

学 位 論 文 題 名

Studies on the long-term production of white asparagus
by rootstock storage and film shading

(根株貯蔵とフィルム遮光によるホワイトアスパラガスの長期収穫体系に関する研究)

学位論文内容の要旨

アスパラガス (*Asparagus officinalis* L.; 英名: Asparagus) はユリ科に属する多年生の植物で、ギリシャ、ローマ時代からヨーロッパにおいて栽培されてきた野菜である。太陽光のもとで育てるとグリーンアスパラガス、太陽光を遮って栽培するとホワイトアスパラガスとして収穫できる。北海道では1920年代に缶詰加工用の原料としてホワイトアスパラガスの商業的な栽培が始まり、その品質の高さから、ホワイトアスパラガスの缶詰は海外へ輸出された。このような状況下で、北海道でのホワイトアスパラガスの栽培面積は急速に増加して1968年には5,210haに到達し、重要な輸出品目としての地位を確立した。しかしながら、1960年代からより安価な台湾、中国産缶詰の生産と輸入増加、国内においてもグリーンアスパラガスへの需要転換が起こったことなどが要因となり、1990年代後半には道内の栽培面積が100haに満たないまでに激減することとなった。しかし、最近になり、その独特な風味と食感が再評価され、缶詰用原料ではなく、青果品としてのホワイトアスパラガスの需要が増加傾向となり、ホワイトアスパラガスの栽培が注目を浴びている。そこで、ホワイトアスパラガスのさらなる需要および消費の拡大を促すために、既存の栽培法よりも簡易な環境制御による栽培法の開発ならびに出荷期拡大へ向けた研究を実施した。

第2章では、ホワイトアスパラガスの冬季生産を目標に、伏せ込み促成栽培においてアスパラガス若茎の新たな軟白方法（遮光フィルムを用いた環境制御方法）について検討した。1年生株の根株生重とそれらから得られる若茎収量には強い正の相関が認められたが、軟白時の光条件は若茎収量に影響を与えなかった。一方、若茎のアントシアニン発色には光条件が影響し、遮光フィルム被覆により完全暗黒条件が形成され、アントシアニン発色がない高品質なホワイト若茎が収穫できた。若茎収量には品種間差が認められ、根株の休眠打破に必要とされる低温遭遇量の品種間差に起因すると考えられた。これらより、遮光フィルム活用で、休眠性が浅い（低温遭遇要求の少ない）品種を用いた伏せ込み促成栽培において、冬季のホワイト若茎生産が可能となった。

第3章では、第2章において開発したフィルム被覆法の、ハウス半促成春どり栽培における適用について調査した。ビニールハウス内に定植されているアスパラガスの若茎萌芽前に高さ200cmのトンネルを設置し、その上に遮光フィルムを被覆して完全な暗黒条件を維持すると、アントシアニンの発生がないホワイト若茎が生産できた。フィルム遮光法により生産されたホワイトアスパラガスの規格内若茎数はグリーン栽培のそれよりも少なかったが、平均若茎重が大きく、グリーン栽培と同程度の規格内収量が得られた。これらより、ハウス半促成春どり栽培においてもフィルム被覆法によりホワイトアスパラガスが栽培可能であることが示された。

第4章では、ホワイトアスパラガス生産のための2種の軟白法（慣行の培土法と新規のフィルム被覆法）より生産された若茎品質の差異を、2年生株の伏せ込み栽培で調査した。フィルム被覆法で生産された若茎の外観は黄色味が強く、先端のしまり程度がゆるく、これらは軟白方法を見分ける指標になると考えられた。10分間茹でた若茎の硬度は、フィルム被覆法産若茎が培土法のそれより低かった。苦み成分のプロトディオシン含量（サポニンの1種）もフィルム被覆法産若茎が培土法のそれより少なかった。糖含量とその組成には軟白方法の差は認められなかった。これらの結果はホワイトアスパラガスの風味や調理特性には軟白方法によって差異があることを示した。

第5章では、雪下で長期間貯蔵したアスパラガス根株からの、ホワイト若茎の夏季生産について検討した。11月上旬に掘り取った1年生株をコンテナの中の土に埋め込み、約7か月間雪の下に貯蔵した。貯蔵後、貯蔵根の糖含量を測定し、20℃暗室で若茎収量を調査した。充分量の雪下では根株は安定的に0～1℃で貯蔵されたが、貯蔵期間が長くなるほど貯蔵根の糖含量は減少した。また、夏季収穫では冬季収穫と比較して、若茎収量は低くなり、貯蔵期間における貯蔵根の糖含量減少が影響したと思われる。しかし、6.5月以上貯蔵した900gの1年生根株から190g以上の規格内若茎が得られ、これは商業的な夏季生産が可能なレベルと判断された。

本研究により大型遮光トンネルを用いて暗黒条件を維持する新たな軟白方法（フィルム被覆法）を、伏せ込み促成栽培やハウス半促成春どり栽培に適応することで、冬季や早春のホワイトアスパラガス生産が可能となった。また、雪山を用いた貯蔵根株からの夏季生産の可能性についての基礎的な知見が得られ、今後の夏季生産の技術開発にも寄与できると考えられた。将来的にはこれらの作型の組合せによりホワイトアスパラガスの長期収穫体系が確立されることが考えられ、今日的な周年需要に応える学術的基礎知見を提示できた。本研究で提示した遮光フィルム活用と根株貯蔵における雪冷熱利用は、エネルギー投入を低減させた低炭素社会に向かった環境制御である。さらにフィルム遮光は農作業の省力化にも寄与できる。

本研究では、若茎品質が軟白方法の影響を受けることもデータとして提示し、農産物の利用面から、生産技術の在り方を見直すことも指摘している。本研究の情報が今後のホワイトアスパラガスのさらなる消費拡大へ向けて貴重なデータとなり、実需現場において有効に利用されることを期待する。

学位論文審査の要旨

主査	教授	荒木	肇
副査	教授	山田	敏彦
副査	教授	柴田	英昭
副査	准教授	星野	洋一郎
副査	特任教授	木村	俊範（大学院農学研究院）
副査	教授	園田	高広（酪農学園大学大学院酪農学研究科）

学位論文題名

Studies on the long-term production of white asparagus by rootstock storage and film shading

（根株貯蔵とフィルム遮光によるホワイトアスパラガスの長期収穫体系に関する研究）

アスパラガス (*Asparagus officinalis* L.; 英名: Asparagus) はユリ科に属する多年生の植物で、ギリシャ、ローマ時代からヨーロッパにおいて栽培されてきた野菜である。我々が食用とするのは萌芽直後の若茎で、太陽光のもとで育てるとグリーンアスパラガス、太陽光を遮って栽培するとホワイトアスパラガスとして収穫できる。

北海道では1920年代に缶詰加工用の原料としてホワイトアスパラガスの商業的生産が始まり、その品質の高さから、缶詰は海外へ輸出された。北海道でのホワイトアスパラガスの栽培面積は急速に増加して1968年には5,210haに到達し、重要な輸出品目としての地位を確立した。1960年代からより安価な台湾、中国産缶詰の生産と輸入増加、国内においてもグリーンアスパラガスへの需要転換等により、1990年代後半には道内の栽培面積が100ha未満にまで激減した。近年その独特な風味と食感が再評価され、缶詰用原料ではなく、青果品としてのホワイトアスパラガスの需要が増加傾向となり、ホワイトアスパラガスの栽培が再度注目を浴びている。そこで、ホワイトアスパラガスの需要拡大に対応すべく、既存の栽培法よりも簡易な環境制御による栽培法開発と出荷期拡大へ向けた研究を実施した。以下にその内容を章ごとに概説する。

第2章では、ホワイトアスパラガスの冬季生産を目標に、伏せ込み促成栽培においてアスパラガス若茎の新たな軟白方法として遮光フィルムを用いたトンネル内生産について検討した。1年生株の根株生重とそれらから得られる若茎収量には強い正の相関が認められたが、軟白時の光条件は若茎収量に影響を与えなかった。一方、若茎のアントシアニン発色にはわずかな光照射も影響したが、遮光フィルム被覆により完全暗黒条件が形成され、アントシアニン発色がない高品質なホワイト若茎が収穫できた。若茎収量には品種間差が認められ、根株の休眠打破に必要とされる低温遭遇量の品種間差に起因すると考えられた。これらより、遮光フィルム活用で、休眠性が浅い（低温遭遇要求の少ない）品種を用いた伏せ込み促成栽培において、冬季のホワイト若茎生産が可能となった。

第3章では、第2章において開発したフィルム被覆法の、ハウス半促成春どり栽培における適用につ

いて調査した。ビニールハウス内に定植されているアスパラガスの若茎萌芽前に高さ200cmのトンネルを設置し、その上に遮光フィルムを被覆して完全な暗黒条件を維持すると、アントシアニンの発生がないホワイト若茎が生産できた。フィルム遮光法により生産されたホワイトアスパラガスの規格内若茎数はグリーン栽培のそれよりも少なかったが、平均若茎重が大きく、グリーン栽培と同程度の規格内収量が得られた。これらより、ハウス半促成春どり栽培においてもフィルム被覆法によりホワイトアスパラガスが栽培可能であることが示された。

第4章では、ホワイトアスパラガス生産のための2種の軟白方法（慣行の培土法と新規のフィルム被覆法）より生産された若茎品質の差異を、2年生株の伏せ込み促成栽培で調査した。フィルム被覆法で生産された若茎の外観は黄色味が強く、先端のしまり程度がゆるく、これらは軟白方法を見分ける指標になると考えられた。10分間茹でた若茎の硬度は、フィルム被覆法により生産された若茎が培土法のそれより低かった。苦み成分のプロトディオシン含量もフィルム被覆法により生産された若茎が培土法のそれより少なかった。糖含量とその組成には軟白方法の差は認められなかった。これらの結果は軟白方法、すなわち若茎の生育環境が食味、調理特性および苦味成分等に影響を与えることを明らかにした。

第5章では、雪下で長期間貯蔵したアスパラガス根株からのホワイト若茎の夏季生産について検討した。11月上旬に掘り取った1年生株をコンテナの土中に埋め込み、約7か月間雪下に貯蔵した。貯蔵後、貯蔵根の糖含量を測定し、20℃暗室で若茎収量を調査した。充分量の雪下では根株は安定的に0～1℃で貯蔵されたが、貯蔵期間が長くなるほど貯蔵根の糖含量は減少した。また、夏季収穫では冬季収穫と比較して、若茎収量は低くなり、貯蔵期間における貯蔵根の糖含量減少が影響したと思われる。しかしながら、6.5月貯蔵した1年生根株（約900g）から190g以上の規格内若茎が得られ、これは商業的な夏季生産が可能なレベルと判断された。

本学位論文では、従来は圃場で培土遮光により春季に生産するホワイトアスパラガス生産について、大型トンネルに遮光フィルムを被覆するという簡易な環境制御により、トンネル内の暗黒条件を維持する軟白方法（フィルム被覆法）を考案し、冬季や早春のホワイトアスパラガス生産を可能にしており、生育環境の制御を新規の農業生産システムに結合させている点が評価される。将来的には各種作型の組合せによりホワイトアスパラガスの長期収穫体系が確立されと考えられ、周年需要に応える学術的基礎知見を提示できたといえる。加えて、収穫された若茎の色調、硬度および苦味成分等の特性は暗黒下での生育環境により変化することを見出し、若茎の用途や食味から生産環境を選択できる新たな視点も提案した。

これらの研究で得られた成果は、今後の青果用ホワイトアスパラガスの生産および消費拡大へ向けて、生産者、育種家、販売者、消費者を含む全ての関係者にとって貴重な情報となることが期待される。根株貯蔵における雪冷熱利用は、エネルギー投入を低減させた低炭素社会を目指した環境制御技術である。自然エネルギー利用による農産物は高付加価値な商品として地域振興にも寄与できると考えられ、本研究での取り組みにより、農業における自然エネルギーの利用促進も期待できる。

よって、申請者は博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。