

北海道産農林水産廃棄物の高度利用に関する研究

学位論文内容の要旨

日本は景気低迷が長期にわたり、一次産業が中心産業である北海道はさらに深刻である。米、牛肉などの自由化や関税撤廃による安価な農水産物の輸入が増加して、農水産業への影響は多大である。その対策として、競争力強化のための制度の改革、効率化、大型化など多様な施策が講じられている。また、生産者自身も無農薬、減農薬農産物の生産による差別化や地産地消の推進、漁業では海洋環境保全のため河川上流域での植栽や水産資源保護を行うなど努力を続けている。

北海道は我が国の農林水産物の生産基地であり、生産物の1次加工に副生する廃棄物も多岐にわたり、その量も膨大である。この未利用資源の有効利用は新たな産業の創出につながるばかりか、産業廃棄物の処理費を節減でき、製品の製造コストを下げ、商品の競争力が高められ、北海道の産業に（とつて：削除）大きく貢献できるものと考えられる。さらに、環境への負荷を減らす効果も期待できる。

本研究では養殖コンブから昆布を加工する際に大量に副生する仮根、ホタテ貝から貝柱製品に加工する際に廃棄される外套膜、および、北海道で一番多く植栽されているカラマツ製材化の際に副生する樹皮に着目し、これらの有効利用法を検討した。

第1章では養殖コンブの採取時に廃棄処分されているコンブ仮根の有効利用のため、コンブの各部位別（葉状体、葉柄、仮根）のミネラル成分の分析を行い比較した。さらに、すでに製品が流通している「根コンブ」と葉状体、仮根部とのミネラル組成の比較を行った。その結果、コンブ仮根はミネラルを多く含み、特にカリウムの含有量が多いことが特徴であることが明らかになった。カリウムとナトリウムの比率はコンブ類の2倍程度であり、血圧の高い人の減塩食品の素材として利用できる可能性がある。また、根コンブのミネラル組成はカリウム含量をのぞけば葉状体と類似していることがわかった。本研究の結果から養殖コンブ仮根の減塩食品として利用できることが示唆されたので、血圧感受性ラットを用いてその効果を調べたところコンブ仮根を投与したラットに血圧上昇抑制効果がみられた。今後機能性の研究を進めることにより養殖真コンブの仮根を用いた機能性を有するミネラル補助を目的とする新規食品素材が開発出来るものと考えられる。

第2章では、ホタテ貝の貝柱の加工の際に副生する外套膜の有効利用について検討した。貝類などの海洋無脊椎動物の組織中に重金属が蓄積することに着目し、分離した外套膜への金属類の吸着能を調べた。その結果、分離した外套膜は健康維持・増進に有用なミネラルである2価のアルカリ土類金属（カルシウム、マグネシウム）や3価の鉄、2価の遷移金属（亜鉛、銅、コバルト、ニッケル）を不可逆的に吸着することがわかった。また、分離した外套膜に吸着されるミネラル含量は、ミネラル溶液と処理条件（ミネラル濃度、処理時間と温度など）を変えることでコントロールできることがわかり、多くの用途に対応したミネラル補助食素材を工業的に生産できることを明らかにした。今後、分離した外套膜

へのミネラルの吸着の機構解明に関する研究が望まれる。

第3章では、北海道に最も多く植栽されている樹木であるカラマツの製材時に副生する樹皮の新規利用法について検討した。カラマツ樹皮は一部がバーク堆肥に用いられているほか廃棄されている。カラマツの樹皮には豊富に縮合型タンニンが含まれていることに着目して、シックハウス症候群の主要な原因である環境中のホルムアルデヒドの除去能について検討した。ホルムアルデヒドの除去能を、他の樹種の樹皮及び天然素材と比較して結果、カラマツ樹皮が最も高い吸着力を示した。また、他の天然物由来の吸着剤と異なり一度吸着したホルムアルデヒドはほとんど再放出しないことから、実用的なシックハウス症候群に対応した素材の開発に応用できるもの考えられる。つぎに、カラマツ樹皮のホルムアルデヒド吸着機構を明らかにする目的で、樹皮の水抽出分画をSephadex LH-20カラムクロマトグラフィーで分画し、ホルムアルデヒド吸着能、HPLC、¹Hおよび¹³C-NMR、HPLC-TOF-MSで検討した。その結果、吸着能を有する分画にはプロアントシアニジンが存在し、TOF-MSでは2から6量体のM⁺イオンピークが認められた。カラマツ樹皮へのホルムアルデヒドの吸着は主にホルムアルデヒドと縮合型タンニンとの反応によって起こり、その結果、高分子量にホルムアルデヒドとクロスリンクした縮合型タンニンが生成しているものと考えられる。

さらに、本研究の結果、これまでのホルムアルデヒド吸着試験の信頼性に問題があることが判明し、新しい吸着試験装置を考案してホルムアルデヒド吸着能の評価法を確立した。

第4章では、カラマツ樹皮を用いた木酢液中のホルムアルデヒドの除去について検討した。木酢液は主に農業分野で土壌改良や病虫害駆除、成長促進で用いられているが、近年アトピーや冷え症改善、などの入浴剤や健康飲料などにも用いられている。しかし市販の木酢液には多量のホルムアルデヒドが含まれており、皮膚や鼻粘膜に刺激を与え、シックハウス症候群の原因になる可能性がある。そのため、人に接触する機会の多い消臭剤、食品添加用、入浴剤、健康飲料等の用途にはホルムアルデヒドを全く含まない木酢液が望まれる。そこで、カラマツ樹皮が空気中のホルムアルデヒドを不可逆的に吸着する能力を有することに着目し、カラマツ樹皮共存下、各種の条件下で蒸留して除去試験を行った。その結果、これまで木酢液のホルムアルデヒドの低減に使われていた活性炭や木炭より効率的にホルムアルデヒドを除去できることが明らかになった。さらに、他樹種の樹皮と除去能の比較したところ、カラマツ樹皮のホルムアルデヒド除去能が一番高く、完全に除去することも可能であることがわかった。従来、ホルムアルデヒド除去が困難であった木酢液から、ホルムアルデヒドを完全除去でき、刺激が少なく、安全性が高い木酢液が作られるようになり、用途の拡大と高品質化が可能になるものと考えられる。

以上、養殖コンブ仮根、ホタテガイ外套膜、カラマツ樹皮など北海道産農林水産廃棄物の利用が可能であることが明らかになった。これにより、処理経費の節減や新規利用法の開発により商品競争力の強化、地域の産業の活性化が期待される。さらに、環境への負荷が低減されるので、人間や環境に優しい産業が創世されるものと考えられる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 西 則 雄
副 査 教 授 坂 入 信 夫
副 査 助 教 授 春 木 雅 寛
副 査 助 教 授 門 出 健 次 (北海道大学大学院理学研究科)

学位論文題名

北海道産農林水産廃棄物の高度利用に関する研究

北海道は我が国の農林水産物の生産基地であり、生産物の1次加工に副生する廃棄物も多岐にわたり、その量も膨大である。この未利用資源の有効利用は新たな産業の創出につながるばかりか、産業廃棄物の処理費を節減でき、製品の製造コストを下げ、商品の競争力が高められ、北海道の産業に大きく貢献できるものと考えられる。さらに、環境への負荷を減らす効果も期待できる。

本研究では養殖コンブから昆布を加工する際に大量に副生する仮根、ホタテ貝から貝柱製品に加工する際に廃棄される外套膜、および、北海道で一番多く植栽されているカラマツ製材化の際に副生する樹皮に着目し、これらの有効利用法を検討している。

第1章では養殖コンブの採取時に廃棄処分されているコンブ仮根の有効利用のため、コンブの各部位別（葉状体、葉柄、仮根）のミネラル成分の分析を行い比較した。さらに、すでに製品が流通している「根コンブ」と葉状体、仮根部とのミネラル組成の比較を行った。その結果、コンブ仮根はミネラルを多く含み、特にカリウムの含有量が多いことが特徴であることが明らかになった。カリウムとナトリウムの比率はコンブ類の2倍程度であり、血圧の高い人の減塩食品の素材として利用できる可能性がある。さらに今後機能性の研究を進めることにより養殖真コンブの仮根を用いた機能性を有するミネラル補助を目的とする新規食品素材が開発出来る可能性が示唆された。

第2章では、ホタテ貝の貝柱の加工の際に副生する外套膜の有効利用について検討した。貝類などの海洋無脊椎動物の組織中に重金属が蓄積することに着目し、分離した外套膜への金属類の吸着能を調べた。その結果、外套膜は健康維持・増進に有用なミネラルである2価のアルカリ土類金属（カルシウム、マグネシウム）や3価の鉄、2価の遷移金属（亜鉛、銅、コバルト、ニッケル）を不可逆的に吸着することがわかった。また、吸着されるミネラル含量は、ミネラル溶液と処理条件を変えることでコントロールできることがわかり、多くの用途に対応したミネラル補助食素材を工業的に生産できることが明らかになった。

第3章では、北海道に最も多く植栽されている樹木であるカラマツの製材時に副生

する樹皮の新規利用法について検討している。カラマツ樹皮は一部がバーク堆肥に用いられているほか廃棄されている。カラマツの樹皮には豊富に縮合型タンニンが含まれていることに着目して、シックハウス症候群の主要な原因である環境中のホルムアルデヒドの除去能について検討した。ホルムアルデヒドの除去能を、他の樹種の樹皮及び天然素材と比較しての結果、カラマツ樹皮が最も高い吸着力を示した。また、他の天然物由来の吸着剤と異なり一度吸着したホルムアルデヒドはほとんど再放出しないことから、実用的なシックハウス症候群に対応した素材の開発に応用できるものと考えられる。カラマツ樹皮へのホルムアルデヒドの吸着は主にホルムアルデヒドと縮合型タンニンとの反応によって起こるものと考えられる。

第4章では、カラマツ樹皮を用いた木酢液中のホルムアルデヒドの除去について検討した。木酢液は主に農業分野で土壌改良や病虫害駆除、成長促進で用いられているが、近年アトピーや冷え症改善、などの入浴剤や健康飲料などにも用いられている。しかし市販の木酢液には多量のホルムアルデヒドが含まれており、その除去が望まれている。そこで、カラマツ樹皮が空気中のホルムアルデヒドを不可逆的に吸着する能力を有することに着目し、カラマツ樹皮共存下、各種の条件下で蒸留して除去試験を行った。その結果、これまで木酢液のホルムアルデヒドの低減に使われていた活性炭や木炭より効率的にホルムアルデヒドを除去できることが明らかになった。さらに、他樹種の樹皮と除去能の比較したところ、カラマツ樹皮のホルムアルデヒド除去能が一番高く、完全に除去することも可能であることがわかった。この結果より、木酢液の用途の拡大と高品質化が可能になるものと考えられる。

以上、養殖コンブ仮根、ホタテガイ外套膜、カラマツ樹皮など北海道産農林水産廃棄物の利用が可能であることが明らかになった。これにより、処理経費の節減や新規利用法の開発により商品競争力の強化、地域の産業の活性化が期待される。さらに、環境への負荷が低減されるので、人間や環境に優しい産業が創世されるものとする。

このように著者は、北海道産農林水産廃棄物の高度利用に関して新知見を得た。

よって、著者は博士（地球環境科学）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。