

鳥取県環境学術研究等振興事業費補助金研究実績報告書（環境創造部門）

研究期間（3年目/3年間）

研究者 又は 研究代表者	氏名	(ふりがな) たむら じゅんいち 田村 純一
	所属研究機関 部局・職	鳥取大学 地域学部 地域環境学科・教授 〒680-8551 鳥取市湖山町南4-101 電話番号 0857-31-5108 電子メール jtamura@rs.tottori-u.ac.jp
研究課題名	野生の鹿角・鹿茸を活用した健康食品・機能性食品の研究開発	
研究結果	<p>鳥取県内の鹿の生息範囲を把握するとともに、衛生管理、解体処理技術の向上が見られる若桜町の施設にて、分析に必要な鹿茸、鹿角を必用に応じて分析担当者に提供した（澤田）。国内で駆除されたニホンジカの鹿茸が国際的な薬剤原料としての価値を持つことを検証するため、若桜町で捕獲された野生のニホンジカの鹿茸（袋角、鞍子、三岔茸）と韓国で飼育されたニホンジカの鹿茸（鞍子、三岔茸）について、コンドロイチン硫酸の含有量と組成（硫酸化パターン）を詳細に分析した。その結果、鞍子と三岔茸の先端部にはかなりの高濃度でコンドロイチン硫酸が含まれていることが判明した。また、成長中の部位のコンドロイチン硫酸はA型とC型がほぼ等量含まれているのに対し、成長が止まって骨化した下部ではA型で占められることが判明した（田村）。角の構造を組織学的に検索し、硫酸化糖の分布を高速液体クロマトグラフィーと <i>in situ</i> ハイブリダイゼーション (ISH) で詳細に解明した。また、昨年度、ISHによるシカ角のコンドロイチン硫酸基転移酵素 <i>CHSTs</i> (<i>Chst11</i>, <i>3</i>, <i>15</i> および <i>Ust</i>) mRNA の組織的発現を報告したが、角における糖鎖分布と一致しなかったため、再度検討したところ再現性のある異なる結果を得た（保坂）。昨年度までに鹿茸から抽出、精製したコラーゲンについて、ゲル形成（繊維化）能を調べた（清水）。</p>	

<p><b>研究成果</b></p>	<p>鳥取県内の鹿の生息範囲を把握するとともに衛生管理、解体処理技術の向上が見られる若桜町の施設にて、分析に必要な鹿茸、鹿角を必用に応じて、分析担当者に提供した（澤田）。</p> <p>若桜町で捕獲された野生のニホンジカの鹿茸（袋角、鞍子、三岔茸）と韓国で飼育されたニホンジカの鹿茸（鞍子、三岔茸）について、コンドロイチン硫酸の含有量と組成（硫酸化パターン）を詳細に分析した。当初年齢別に鹿茸を分析する計画であったが、野生シカの年齢を正確にすることは困難であり、本実験に使用したシカの年齢（3～5歳）はハンターの見立てによるものである。一方、韓国で飼育された鹿はプロフィールが明確で、3歳のものを使用した。各サンプルは細かく断裁、脱脂乾燥後タンパク質を分解し、透析とエタノールによる糖鎖の沈殿行程を経て精製糖鎖を得た。これをコンドロイチナーゼABC分解し、HPLC分析してコンドロイチン硫酸の硫酸化パターンと含有量を算出した。その結果、鞍子と三岔茸の先端部には高濃度（5000 mg以上/脱脂乾燥物100 g）でコンドロイチン硫酸が含まれていることが判明した。また、成長中の部位のコンドロイチン硫酸はA型とC型がほぼ等量含まれているのに対し、成長が止まって骨化した下部ではA型で占められることが判明した。日本の野生シカと韓国の飼育シカの鹿茸では、コンドロイチン硫酸に関する限り、差異はないことが判明した（田村）。三岔茸の分析結果を図1に示す。</p> <p>角の先端は軟骨様組織が多く、CS-AやCが豊富に分布していたが、根もと（頭蓋骨）に向かうにしたがって、骨様組織に変化しコンドロイチン硫酸の含有量も減少した。量は少ないながらも、コンドロイチン硫酸AやCに加え、骨の形成に必要とされるコンドロイチン硫酸DやEの分布や、合成に必要な酵素の存在を確認し、糖鎖が組織に応じて分布していることが明らかとなった。</p> <p>先端部では、単硫酸化CS合成に与るCHSTである <i>Chst11</i> および <i>Chst3</i> の遺伝子発現が間葉系細胞や前軟骨細胞でシグナル陽性であった。一方、過硫酸化CSを合成する <i>Ust</i> の発現は極めて弱かった。軟骨から骨へと移行する中間部では検索した <i>CHSTs</i> の4遺伝子すべてでの強いシグナルを肥大軟骨細胞で確認した。骨が形成されている基部では4遺伝子とも骨芽細胞でのシグナル陽性が見られたが、とりわけ <i>Chst15</i> および <i>UST</i> の反応が強かった（図2）。以上の結果より、シカ角では間葉系細胞、肥大軟骨細胞および骨芽細胞がCSを産生することが明らかとなった。</p> <p>これら酵素の細胞特異的な発現の解明により、シカ角をモデルにした骨形成過程の分子基盤の一端を獲得できた（保坂）。</p> <p>鹿茸皮および骨由来コラーゲンは、牛真皮由来I型コラーゲン同様に生理的条件下でゲル化することを確認した。これらコラーゲンは、調製後4℃で保存した場合、1年を経ても同様にゲル化した。この結果は、鹿茸皮及び骨由来コラーゲンが、牛真皮由来コラーゲン同様に再生医療などの医療用材料として利用可能であることを示すものである（清水）。</p> <p>韓国の研究パートナーである、全教授、李教授、金教授（建国大学）と懇談し、鳥取県内の施設等を案内した（澤田）。韓国や中国では飼育されているシカの鹿茸が高級健康食品として出回っている。今回の結果は、日本の駆除された野生シカの鹿茸もコンドロイチン硫酸に関しては飼育シカのそれと同等の商品価値を持つことが明らかになった。駆除獣を余すことなく利用し、廃棄されていた鹿茸も十分に活用できる裏付けをとることができた。今後、行政等の支援を得て、地域特産の商品化に結びつくことを期待したい。</p>	
<p><b>次年度研究計画</b></p>	<p>本年度が最終年度である。</p>	
<p><b>報告責任者</b></p>	<p><b>所属・職氏名</b></p>	<p>研究推進部研究推進課・課員・高田志保          電話番号 0857-31-5494          電子メール <a href="mailto:ken-jyosei@adm.tottori-u.ac.jp">ken-jyosei@adm.tottori-u.ac.jp</a></p>

- 注1) 表題には、環境創造部門、地域振興部門、北東アジア学術交流部門のいずれかを記載すること。
- 2) 「研究期間（ 年目/ 年間）」及び「次年度研究計画」は、環境創造部門及び地域振興部門において記載すること。
- 3) 研究者の知的財産権などに関する内容等で、非公開としたい部分は、罫線で囲うなど明確にし、その理由を記すこと。
- 4) 研究実績のサマリーを併せて提出すること。

## Amount of CS-DS in velvet antlers (三岔茸)

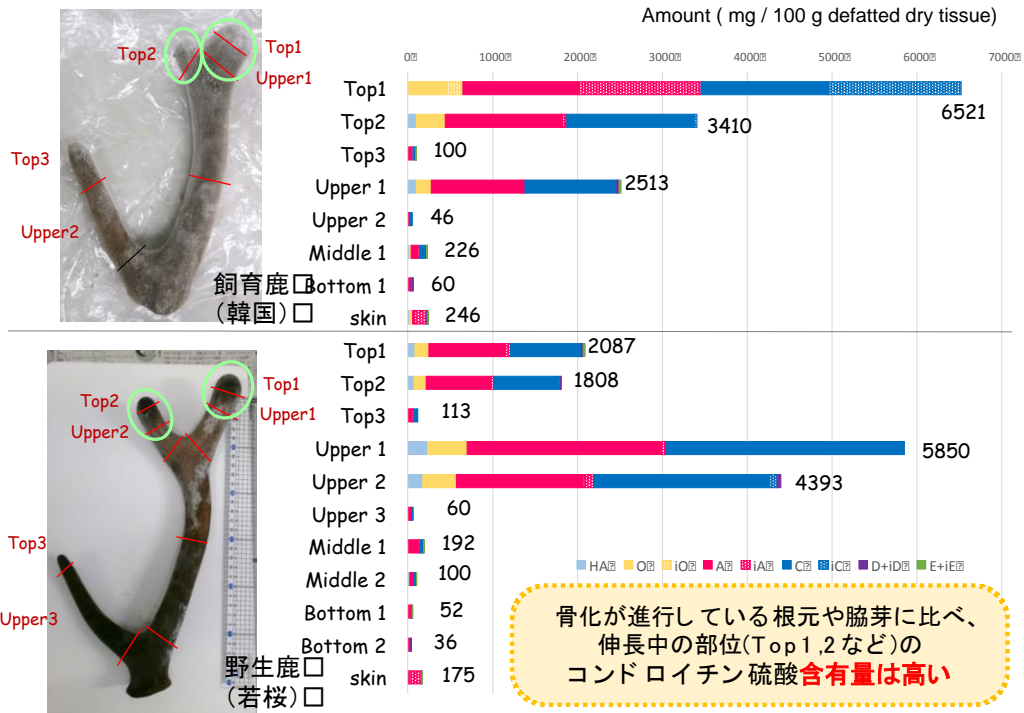


図1 三岔茸由来コンドロイチン硫酸の含有量と硫酸化パターン

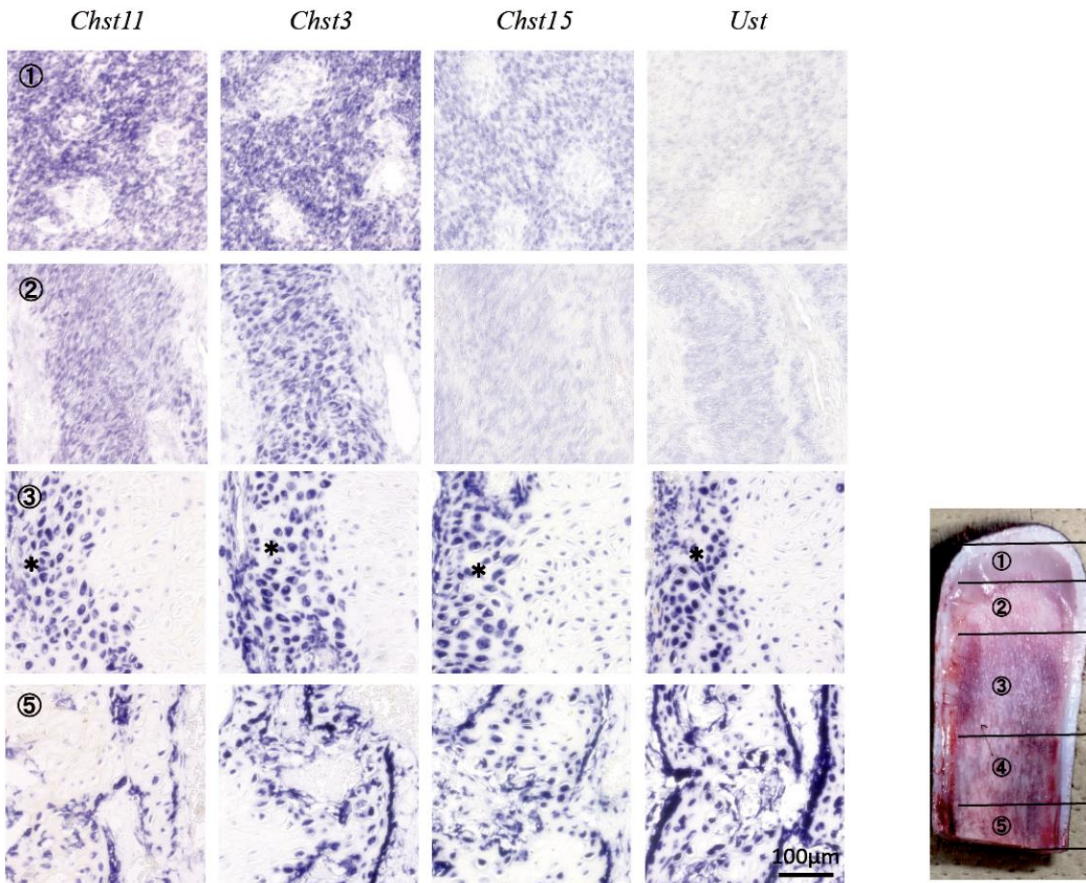


図2 各部位でのコンドロイチン硫酸基転移酵素 (CHSTs) のin situ ハイブリダイゼーションの結果 (図の番号は、右のシカ角の①～③および⑤に該当する)