

なぜ日本人は竹で釣竿をつくるのか？

～その秘密は「材料」だけでなく「形」にもあった～

ポイント

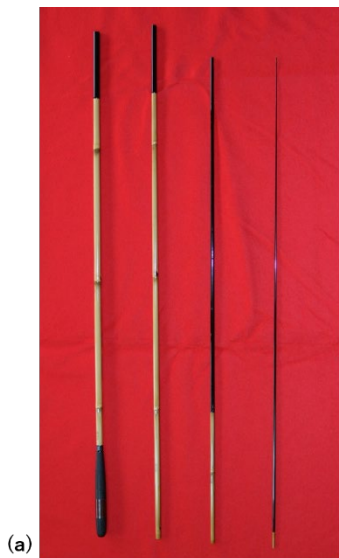
- ・日本の伝統工芸品である竹竿が有する力学的合理性を解明。
- ・先人たちの天然素材に対する深い造詣と高度な技術力を紐解くことに成功。
- ・天然素材の利活用に関する伝統的・科学的知識体系が紡ぐ新しいものづくりに期待。

概要

北海道大学大学院工学院修士課程の西山 諒氏と同大学大学院工学研究院の佐藤太裕教授の研究グループは、日本の伝統工芸品として今なお愛される竹でつくられた釣竿、竹竿の力学的合理性を解明することに成功しました。

生物は長い歳月をかけ、自己の形質をその生育環境に適したものに変わっていきます。この進化の過程において、生物が獲得した特異な「形」には力学的に多くの意義が含まれています。なかでも竹は目を見張る構造的性質を多々有す植物であり、私たちの祖先もその軽くしなやかな性質を活かし構造物や日用品など幅広い利用を行ってきました。そして、その一つに本研究における研究対象となる竹竿があります。竹竿は竹が繁茂する日本における釣竿の原点とされ、その繋がり是非常に深いものであるといえます。近年、釣竿は複合材料の採用によって主にその材料面における目覚ましい発展を遂げました。しかし、その基本的設計概念は釣竿の長い歴史の中で変わることがありません。本研究では、竹竿の「テーパー（先細り）構造」と「中空構造」に焦点を当て、両者が織りなす力学的合理性を明らかとしました。また、本研究は近年注目を集めるバイオニックデザイン^{*1}への新たな知見を提供するだけでなく、先人たちの天然素材に対する深い造詣と高い技術力を私たちに再認識させるものです。

なお、本研究成果は、2022年2月14日（月）公開の Scientific Reports 誌にオンライン掲載されました。



(a)



(b)



(c)

(a) (b) 100年を超える歴史をもち、日本の伝統工芸品にも指定される「紀州へら竿」

(c) かたく丈夫な性質をもち、竿の材料として使用されるスズタケの竹林

(画像提供：和歌山県橋本市)

【背景】

竹はアジアを中心とする温暖・湿潤な地域に広く分布する植物であり、そのしなやかで強い性質を活かし古くより構造材や日用品など幅広い利用がなされてきました。日本には竹を原材料として釣竿をつくる文化があり、その原点にはこの竹竿があるといわれています。これは素材として豊富にあることに加え、軽量かつ強度・剛性に優れ、加工性に富んだ材料としての性質が釣竿と高い親和性をもっていたためであると考えられます。

近年、釣竿はカーボンやガラス繊維など複合材料の使用によって、主にその材料面において目覚ましい発展を遂げています。しかし、今一度この釣竿の長い歴史に目を向けてみると、細長いテーパ付き中空棒を使用するといった基本的設計概念に変化がないことに気付かされます。この事実は、竹竿と現代の釣竿が共通して有する「テーパ（先細り）構造」と「中空構造」の中に釣竿との構造的親和性が秘められていることを私たちに示唆させます。

よって、この竹竿が有する力学的合理性を材料力学的に解明することを本研究の目的としました。

【研究手法】

研究グループは、竹竿の力学的特性を検証するべく、材料力学の理論をベースに円形断面を有する細長いテーパ付き中空棒を簡単な計算モデルで表現しました。また、作用する荷重や中空率ごと、曲げ応力を最小化するテーパを最適テーパとし定式化することで、「テーパ構造」と「中空構造」が織りなす力学的合理性を探りました。

【研究成果】

上記研究手法による研究の結果、竹が天然素材ながら釣竿と非常に高い構造的親和性を有していることが、初めて明らかとなりました。

竹のように細長い構造物にとって重要なのは、風などにより生じる曲げ応力への強さです。「テーパ構造」をもつ竹は、負荷変化に併せ幹全体をしならせることで最大曲げ応力の発生位置を変えることができ、これが効率的な曲げ応力の抑制につながります。本研究では、この「しなり」による応力の抑制効果を最大限引き出すテーパの導出に成功しました。さらに、構造の中空化も考慮に入れ、この「中空構造」が軽量化だけでなく、負荷変化に伴う最適テーパの変動を抑制することも明らかにしました。

竹が長い歳月をかけ獲得したこれら特異な「形」というものは、強度・重量的に高度に洗練されたものであり、釣竿へと利用されることで結果、その構造的性質をそのまま取り入れることとなります。そのため、現在主流とされるカーボンやガラス繊維の釣竿にはいまだ再現し得ない絶妙な構造バランスがそこにはあり、独自の釣り味というものを釣り人たちに提供することができます。このことが、竹竿が今なお世代を超え多くの人々を魅了する所以であると考えられます。

また、生物固有の力学的合理性を紐解き利用していくことは、現代の科学技術をもってしても並大抵のことではなく、それを可能としてきた先人たちの天然素材への深い造詣と高度な技術力に対しては尊敬が尽きません。

【今後への期待】

本研究は、近年注目を集める竹に着想を得たバイオニックデザインへの新たな知見を提供するだけでなく、先人たちの天然素材に対する深い造詣と高い技術力を私たちに再認識させるものです。竹竿に限らず天然素材の利活用に関する伝統的・科学的知識体系の理論的解明には、それを基盤とする新しいものづくりを導くことが期待されています。

【謝辞】

本研究は科研費基盤研究(A) (研究番号:18H03818, 研究代表者:佐藤太裕) により実施されたことを付記し, 関係各位に御礼申し上げます。

論文情報

論文名	Structural rationalities of tapered hollow cylindrical beams and their use in Japanese traditional bamboo fishing rods (テーパー付き中空円筒梁の合理的構造形態 ―日本の伝統工芸品:竹竿―)
著者名	西山 諒 ¹ , 佐藤太裕 ² (¹ 北海道大学大学院工学院, ² 北海道大学大学院工学研究院)
雑誌名	Scientific Reports (自然科学の専門誌)
DOI	10.1038/s41598-022-06426-x
公表日	2022年2月14日(月)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院工学研究院 教授 佐藤太裕 (さとうもとひろ)

T E L 011-706-6366 F A X 011-706-6366 メール tayu@eng.hokudai.ac.jp

配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【用語解説】

*1 バイオニックデザイン … 生物の組織・構造を観察・分析し, 人工物設計のヒントを引き出すことで, それを完成させる設計技術のこと。