

金属アレルギーでも金管楽器が吹ける！？

要旨

まず、今回の課題を設定するにあたり、「金属アレルギーの人でも使えるなにかを作りたい」という案が出た。そこで、金属アレルギーによって金管楽器が吹けなくなってしまう人がいると知り、今回武生特殊鋼材さんの金属で金属アレルギーの人に向けた商品開発提案を行った。金管楽器奏者が金属アレルギーを発症する主な原因はマウスピースにあり、それを金属アレルギーの起こりにくい金属で作ることを目標に課題研究を始めた。また音の響きを第一に考え、論文や物理の先生のお話を参考に研究を進めた。

1 はじめに

マウスピースは、その音の響きの良さ、値段の安さ、加工のしやすさなどから真鍮(銅と亜鉛の合金)を使用したものがほとんどを占めている。マウスピースは口にあてる部分であり、唾液が付着するため、皮膚に金属が当たるよりも金属アレルギーを発症しやすく、重症化しやすい。

先行研究によると、音の響きの良さは弾性率/密度による(今回使った弾性率は縦弾性係数)。弾性率は高すぎず低すぎないものが適しており、現在一番良いものが真鍮である。詳しい数値は後述する。

金属アレルギーの金属楽器演奏者は、樹脂製やプラスチック等のマウスピースを使えば楽器を演奏出来るが、手入れが難しかったり音の質が落ちてしまうといった問題点がある。また、メッキ加工を施すことで金属との直接的な接触は避けられるが、長期にわたって使用することによりメッキが剥がれ、内部の金属と接触する可能性がある。

そのためメッキ加工をせず、アレルギーを起こさない金属を使用して、使いやすく、いい音の出るマウスピースを制作したいと思った。

2 研究方法

- ①金属アレルギーになりにくい金属を見つけて、その中で人体に悪影響が出ないものを挙げる
- ②マウスピースに使われている真鍮の性質を調べ、計算して理想に近いデータかどうか、真鍮と①を比べる
- ③仮説を出して、データを落とし込む
- ④値段を見て、実現可能か(真鍮に近いか、それより安い値段)見極める
- ⑤マウスピースに適した構造を考える

3 研究結果

よく使われている三十種近くの金属から有力なものを数種類挙げた(ジルコニウム、ステンレス、タンタル、チタン)。その金属を加工したもので、理想に近いものを検討した。理想は縦弾性係数/密度が真鍮(11.52g/cm³)に近く(音の響きが良いため)、アレルギーを起こしにくく、値段をできるだけ抑えたものとする。

◇真鍮の特徴

有害性 危険性	アレルギーの なりやすさ	弾性率/密度	値段	その他
なし	なりやすい	11.52	0.97円/g	音の響きがいい 加工しやすい

◇今回選んだ金属の特徴

金属名	有害性 危険性	アレルギーの なりやすさ	弾性率/密 度	価格	その他
ジルコニウム	なし	なりにくい	13.65	0.1円/g	歯に使われる
チタン	なし	純チタンほど ほぼならない	23.50	1円/g	変形しやすい
タンタル	眼刺激 呼吸器への 刺激	なりにくい	11.17	14円/g	人体に有害
サージカル ステンレス	なし	なりにくい	25.64(ステ ンレス)	0.2円/g(ス テンレス)	傷がつきやすい 傷がつくと錆びる

チタン合金を使用したマウスピースが先行研究で考案されていたが、音の響きが悪く、広く普及されるまでには至っていなかった。

サージカルステンレスは傷がつきやすく長持ちしないため、マウスピースには適さない。

以上から私達は、上の4つの中からジルコニウムを選んだ。

ジルコニウムは縦弾性係数/密度が真鍮に近く(13.65)、アレルギーを起こさず、比較的安価で手に入る。しかし、単体の状態では化学反応を起こしやすいため単体で用いるのは良くないと指摘を受けた。よってジルコニウムを酸化させ、加工したジルコニアセラミックスが良いと考えた。ジルコニアセラミックスは歯の治療にも使われているため、安全性についても信頼できると考えられる。

また、調べた限りではジルコニアセラミックスの縦弾性係数が算出されておらず、縦弾性係数を算出する実験が必要であるとわかった。

縦弾性係数を測定する主な方法は全部で6通りあり、その中でも引張試験と共振法を選んだ。その上で、ジルコニアセラミックスは伸びにくいいため、縦弾性係数を測定するのに引張試験は適しないと指摘を受け、共振法が最適であると考えた。

しかし、費用や準備の観点から実際に実験することは叶わなかった。

また、考えたマウスピースの構造としては

- ①クラッド技術を利用し内側に真鍮、外側にアレルギーフリーの金属を合わせた構造
- ②マウスピースのシャンク部分を真鍮、カップ部分をアレルギーフリーの金属にする構造
- ③マウスピース全体をアレルギーフリーの金属でつくる構造

上記の3つだ。

しかし①と②の構造は真鍮の溶接の過程が必要であり、真鍮の溶接は難しいためあまり現実的ではないと考えた。よって③の「マウスピース全体をアレルギーフリーの金属にする構造」を採用した。

4 考察

金属アレルギーの発症のしにくさや人体への安全性等を踏まえ、金管楽器のマウスピースに適した素材はジルコニアセラミックスであると考えた。

また、この金属アレルギーの人でも使える金管楽器のマウスピースが実現した場合、金属アレルギーを発症した金管楽器奏者からの需要だけでなく、もともと金属アレルギーがあり、これから楽器を始める人への可能性も上げられると考えられる。

5 今後の課題

今回最終的に行き着いたジルコニアセラミックスだが、最適であるとは断定できないため、実際に実験を行い、弾性率等の詳しい数値を算出する必要がある。また、他の物質も検討し、同様に実験して考える必要がある。

6 参考文献

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jilm/55/12/55_12_642/pdf

<https://www.valtech.to/photo/36112/music.htm>

https://www.hotetsu.com/s/doc/irai201207_005.pdf

https://www.iic-hq.co.jp/library/043/pdf/043_05.pdf

<https://showa-ss.jp/test-piece/>