

Title	骨導音知覚特性に関する調査研究 [課題研究報告書]
Author(s)	山本, 克彦
Citation	
Issue Date	2015-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/12642
Rights	
Description	Supervisor: 鶴木祐史, 情報科学研究科, 修士

骨導音知覚特性に関する調査研究

山本 克彦 (1310073)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2015 年 2 月 12 日

キーワード: 骨導, 知覚特性, 伝達システム.

気導音が空気中を伝搬して外耳・中耳を経由して内耳に到達し知覚される音であるのに対して, 骨導音は頭蓋骨の振動を介して内耳に到達し知覚される音である. 骨導は気導とは異なる音の伝達経路を持つため, 伝音性難聴者のための骨導補聴器や高騒音環境下でもコミュニケーションが可能な骨導ヘッドホンなど, 工学的に幅広く利用されている. しかし, 骨導音の伝達過程は非常に複雑であるため, ヒトの骨導音知覚メカニズムの全容は未だに明らかにされていない.

骨導音がどのような振動特性で伝達し知覚されているのかを調べるために, 数値解析的手法を用いてモデル化が行われている. しかし, 骨導音の振動特性をより詳細に模擬するためには, 現状よりもより多くのパラメータを用いた複雑なモデル群を構成する必要がある. そこで本調査研究では, 頭蓋骨や聴覚器の物理的振動を数値解析的に模擬するのではなく, 骨導音の伝達経路をそれぞれ「周波数特性を持つ伝達システム (サブシステム)」として注目する方法を検討する. この伝達システムの周波数 (振幅・位相) 特性を議論することにより, 骨導音知覚メカニズムを解明するための手がかりを得ることができるのではないかと考えた.

本研究のねらいは, 骨導音の伝達経路をそれぞれ伝達システムとして注目し, 気導音知覚と骨導音知覚の関係性を深く議論することで, 骨導音がどのようなメカニズムで知覚されているのかを明らかにすることである. 本論文では, これらの課題の達成に必要となると考えられる既存研究について調査を行い, 骨導音の知覚メカニズムをより明確にするためにどのようなアプローチを取れば良いか検討することを目的とする.

はじめに, 骨導音はどのような伝達経路を経由して知覚され则认为られているのか, その伝達特性はどの程度調べられているのかを明らかにするために, 生理学的アプローチによって骨導の振動特性を計測した先行研究について調査を行った. 調査結果から, 骨導音知覚において主に (1) 外耳道内放射, (2) 中耳の耳小骨の慣性振動 (慣性骨導), (3) 内耳のリンパ液の慣性振動, (4) 圧縮骨導, (5) 脳脊髄液経由の圧力の 5 つの経路が関連していることが示唆されている. また, 生理学的アプローチによって, 内耳までの伝達経路においては骨導音の振動特性が物理的に計測されていることがわかった. ただし, 蝸牛の

前庭窓や蝸牛窓の振動特性を計測することにより、骨導音によって蝸牛内部にエネルギーが生じていることが明らかになっており、骨導音が内耳に直接的な影響を与えていることを示唆していることがわかった。しかし、蝸牛内部へと通じる経路における伝達メカニズムや、その伝達経路が知覚にどのような影響を与えているのかということは依然として未解明であることが明らかになった。

次に、骨導音の知覚特性についてどの程度調べられているのかを明らかにするために、心理物理学のアプローチによって骨導音の知覚特性を測定した既存研究について調査を行った。調査結果から、骨導音知覚における音の大きさ（絶対閾値、ラウドネス）に関しては多くの調査が行われているものの、位相変化に対する知覚特性については調査が少ないことがわかった。一方で、骨導音が気導音と同様に蝸牛内の基底膜振動として伝達されるという過程をもとに、骨導音知覚を気導音によって相殺する心理物理実験が行われていることがわかった。この知見から、骨導音の振幅特性だけではなく位相特性にも注目することで、骨導音の伝達メカニズムと関連付けて議論できることが明らかになった。

生理学的アプローチの先行研究の調査結果をもとに、骨導音の伝達経路の全体像を作成した。そして、骨導音の各経路における振動特性をサブシステムの伝達特性と対応付けることができるかどうか検討した。結果として、(1) 外耳道内放射、(2) 中耳の耳小骨の慣性振動（慣性骨導）、(3) 内耳のリンパ液の慣性振動までの伝達経路に関しては、その振動特性を伝達特性と対応付けられることがわかった。しかし、(4) 圧縮骨導、(5) 脳脊髄液経由の圧力の伝達経路はその伝達メカニズムが未解明であるため、伝達システムとして表現することはできなかった。

この問題点に対し、心理物理学のアプローチから、骨導音知覚における位相変化の知覚特性を気導音知覚のものと比較することで、伝達メカニズムの推定を行えるのではないかと考えた。気導音知覚において、位相変化による知覚特性が音色知覚の変化から観察できることが明らかになっており、骨導音知覚においても位相変化の知覚特性を推定できる可能性がある。このアプローチにおいて使用される位相補正フィルタは、生理学的アプローチから明らかになっている伝達経路の各伝達特性を合成することにより設計する。

結論として、骨導音知覚メカニズムをより明確にするためのアプローチとして、骨導音伝達時の位相特性に注目し、位相特性の変化に対する知覚特性を気導音の知覚特性と比較することにより、内耳以降の伝達経路における知覚特性および伝達経路メカニズムを推定できる可能性がある。