MASAJI HASHIMOTO, M. D.: STUDIES ON THE
FREQUENCY RELATION OF THE AUDITORY
THRESHOLD IN THE CONDUCTIVE DEAFNESS.
PART 5. THE QUESTION OF THE
WAVE FORM OF THE TEST TONES.

✓ 傳音障礙に於ける可聴閾周波數
特性に関する研究

第五編 傳音障礙に於ける可聴閾周波數特性と検査音の波形に就て

(文部省科學研究費による研究)

岡山醫科大學耳鼻咽喉科教室 (指導 小田大吉前教授・主任 高原滋夫教授)

専門部教授 医学士 橋 本 正 治
ハシモト マサジ

本 編 目 次

I 緒 論 II 研究方法 III 成 績 IV 考 按 V 結 論

I 緒 論

著者は傳音障礙に於ける可聴閾周波數特性に関する從來の學說に疑いを懷き、2-A オーディオメーター及 St-6 型オトアウディオンを用いて之を検討し、從來の學說に反して、傳音障礙に於ても屢々高音難聴が見られ、然も傳音障礙は高音難聴を以て始まる事多きを証明し、且之が中耳に於ける炎症等の内耳に対する影響に非ざる事を組織學的に証明した。然し乍ら傳音障礙に因る高音難聴に於て低音域聴力の侵されざる点に関しては尙検討を必要とするものがある。即ち

(1) 事實は低音域に於ても氣導聴力は低下して居るにもかかわらず、傳音障礙に於ては屢々却つて良好となる骨導に依つて聴取される爲に、恰も低音域聴力が侵されて居ないかの如き検査成績を得たのではないか。

(2) 波形の問題

以上の2点は當然問題と成る。

第一の疑問は一應尤もであるが。受話器を用いるオーディオメーターに於ても、受話器の全体の質量と振動板の夫れとの比よりして、骨導による傳達は除外し得るのみならず、受話器を用いざるオトアウディオンによつても同様の成績を得る点よりして、之を全く除外し得る。

之に反して第二の問題は重大である。オーディオメーターに対する規格委員會の規定⁽¹⁾によれば、波形の問題に関しては「総ての高調波は-25 dbより多かるべからず」とせられて居るが、之は電圧高調波に関する規定であつて音響高調波ではなく、発音体として可動鉄片型の受話器が用いられて居る以上、当然振動板に於ける非直線歪を生ずるが故に音響高調波含有量は-25 dbより多いことは言うまでもない。今仮りに生理可聴閾附近に於ては比較的出力が小さいが故に、振動板に於ける非直線歪が少くない故に-25 dbと看做しても、生理

的可聴閾に就て吟味するに、64ヘルツの第二高調波は、128ヘルツの生理的可聴閾。128ヘルツの第二高調波は256ヘルツの生理的可聴閾。256ヘルツの第二、第三高調波は512ヘルツ及1024ヘルツの生理的可聴閾より下のレベルに在るけれども、64ヘルツの第三高調波は256ヘルツの生理的可聴閾の上、128ヘルツの第三高調波は512ヘルツの生理的可聴閾のレベルに在る。然も音響高調波含有量は当然之より高いレベルに在る事が明かである以上。

オーディオメーターによつて測定された傳音障得に於ける可聴閾に於て、高音難聴の証明せられたる場合、高音部に於ける所見に関しては實際64ヘルツ或は128ヘルツに対する聴力を失つて居る場合にも、256ヘルツ或は512ヘルツに対する聴力良好なる爲に、64ヘルツ及128ヘルツ等の第三高調波を聴取し、検査成績としては恰も64ヘルツ或は128ヘルツの原音を聴取し得たかの如き結果を生ずる可能性がある。

此点 Crowe⁽⁴⁾の研究も余の2-Aオーディオメーターを以てせる研究も決定的であり得ない。又オトアウディオンに関しては、其音の波形分析が行われて居ない。従つてオーディオメーター及オトアウディオンは、周波数を増すに従つて著しく耳の感度を増加する1000ヘルツ以下の低音域に対する可聴閾の厳密なる吟味をするに適當なる機器とは爲し難い。

依つて著者は、小田教授の計画せる波形優秀なる唸周波発振器、発音体に於ける非直線歪を少なからしめん爲に、可動線輪型拡声器を用い、更に之とホーンとの間に低域音響濾波器を用いて、音響波形を良好ならしむるに努め、之に音叉を参考とし検査音の波形を吟味した。

II 研究方法

1. 発振器

4~11

(a) 発振範囲、50~20,000ヘルツのトランジストロン回路による唸周波発振器

(b) 減衰器は、 $(2.0\text{db} \times 40) + (20\text{db} \times 2) + (40\text{db} \times 1)$ 。

(c) 沖電氣製の大出力(2W)の可動線輪型擴聲器(低音域に対して)、ロッセル塩の受話器(高音域に対して)。

(d) 沖電氣製、低域音響濾波器(Lowpass filter) 100ヘルツ、200ヘルツ、400ヘルツ、800ヘルツ、1000ヘルツ。

此唸周波発振器の電圧波形は、50ヘルツに於ては多少の歪を有するが、64ヘルツより上に於ては正弦波を爲し、2-Aオーディオメーターより遙に優秀である。又ホーンの前10cmに於ける約1.0barの音響波形は、800ヘルツより上に於ては良好で、1000ヘルツに於ては正弦波を爲したが、700ヘルツより下に於ける歪を認め、512ヘルツに於ては相當著しい波形歪を見た。よつて擴聲器の振動部とホーンとの間に低域音響濾波器を用いて、高調波を除いて実験に用いた。

第一防音室内に於てホーンの前10cmの点に於て較正せられたるコンデンサーマイクロフォンを用いて二次的較正を行つた。出力を1.0Voltに保ち、其点に於ける最大出力は、各周波数に対して10~100 dyne/cm²であつた。之によつて可聴閾を求めた。

2. 音叉

Bezold-Edelmannのc¹, c², c³, c⁴の音叉及c⁵は永島製、c⁵は單弦琴を用いた。音叉の驅動はチンケの間に適當なエポナイト片を挿入し、之を急速に除去した。可及的驅動力を一定ならしめ、之をコンデンサーマイクロフォン前に置き、増幅器—減衰器を通して出方計に導き、一定時間後の減衰を讀み、之によつて減衰特性をdb/Sec.に依つて知り、

$$\text{聴力損失} = \Delta (t_0 - t) \text{ db}$$

Δ : 減衰特性

t_0 : 平均生理的可聴時間

t : 被檢耳可聴時間

の方式をとり、之によつて可聴閾移動の検討を行つた。勿論音叉による測定法は斯かる方式をとつても、物理學的にも心理學的にも(別稿、小田大吉共

著し音叉の使用法に就て(参照)測定誤差の大なる方法であるけれども波形に於て優秀であり、當面の問題には當然参照さるべきものである。

III 成績

高音難聴を有する傳音障例46例に就て2-A オーディオメーター-唸周波発振器(小田教授考案)及び音叉を使用し、各可聴閾測定値を比較せり。

1. 2-A オーディオメーター(上段), 唸周波発振器(中段), 及び音叉(下段)によつて検査せる8例の検査成績(第1表)。

第1表

号	患者名	年齢	聴力損失(単位 db)							
			C	c	c ¹	c ²	c ³	c ⁴	c ⁵	c ⁶
1	内田	17	5	5	0	15	15	20	30	50
				5	10	10	15	25	45	40
					15	15	25	30	30	40
2	"	"	-10	-10	-10	5	10	15	25	30
				0	5	5	15	25	40	45
					-5	5	20	20	15	25
3	"	"	0	10	5	10	10	15	15	40
				0	0	0	10	15	20	40
					5	20	10	10	20	25
4	"	"	5	10	0	15	15	20	30	50
				5	5	5	5	15	30	35
					20	20	30	25	30	30
5	入江	44	20	20	30	40	40	35	55	45
				5	0	10	5	5	25	25
					35	40	40	35	20	40
6	"	"	20	25	25	30	35	45	45	55
				5	10	15	15	20	40	40
					35	35	45	35	35	45
7	實田	16	-5	-10	-5	0	0	5	10	25
				0	-5	5	-5	0	10	25
					10	5	5	5	15	15
8	"	"	-10	-10	-10	-15	-5	5	5	20
				-5	-10	-5	-5	5	15	20
					5	10	5	10	10	15

2. 2-A オーディオメーター(上段)と、音叉(下段)に依りて検査せる20例の検査成績(第2表)。

第2表

号	患者名	年齢	聴力損失(単位 db)							
			C	c	c ¹	c ²	c ³	c ⁴	c ⁵	c ⁶
1	内田	17	-5	10	5	5	15	10	5	40
					15	10	15	5	5	40
2	"	"	5	5	10	10	5	20	25	50
					5	15	10	10	10	30

3	"	"	0	10	5	10	10	15	15	40
					5	20	10	10	10	30
4	實田	16	10	15	20	30	30	35	45	55
					25	35	35	30	35	45
4	"	"	10	10	10	10	15	35	40	55
					25	20	25	30	20	35
6	"	"	-5	-5	-5	0	5	10	10	20
					5	5	5	10	0	10
7	"	"	-10	-10	-5	0	0	15	15	20
					15	10	15	15	15	10
8	"	"	5	5	10	15	25	30	30	40
					15	15	30	30	30	20
9	"	"	-10	-10	-10	-5	5	5	20	20
					10	10	15	15	10	15
10	"	"	0	0	0	0	0	5	10	25
					15	10	15	15	15	15
11	"	"	-5	-10	-5	0	0	5	10	25
					5	5	5	5	15	20
12	"	"	20	15	10	15	25	30	40	45
					30	35	35	40	35	40
13	入江	44	25	30	40	45	50	55	60	50
					45	40	50	55	35	40
14	"	"	20	25	25	30	35	35	45	40
					35	40	45	30	30	35
15	"	"	20	20	30	40	40	35	50	45
					35	40	45	50	35	40
16	實田	16	30	35	35	40	30	45	50	55
					45	35	30	40	50	50
17	今宮	40	10	10	10	10	5	15	30	30
					25	25	15	20	20	10
18	"	"	-5	-5	-5	0	5	10	20	25
					5	0	10	10	15	20
19	"	"	-5	0	-5	0	-5	0	5	10
					10	5	10	5	10	10
20	内田	17	-5	10	5	5	10	15	15	30
					10	15	25	20	20	35

3. 2-A オーディオメーター(上段)と、唸周波発振器(下段)に依りて検査せる18例の検査成績(第3表)。

第3表

号	患者名	年齢	聴力損失(単位 db)							
			C	c	c ¹	c ²	c ³	c ⁴	c ⁵	c ⁶
1	内田	17	5	10	0	15	15	20	30	50
				5	5	5	5	15	35	35
2	"	"	10	15	15	15	15	15	30	50
				0	0	10	15	15	40	40
3	"	"	0	0	0	5	15	15	30	50
					5	10	10	15	25	45
4	"	"	-10	-10	-10	5	10	15	25	30
					0	5	15	25	35	45

5	"	"	"	-10	-5	-5	0	15	20	30	40
					-5	-5	5	15	25	35	20
6	"	"	"	5	10	10	10	10	20	25	35
					-5	0	0	5	15	35	45
7	"	"	"	0	10	5	10	10	15	15	40
					0	0	0	10	15	20	40
8	"	"	"	0	5	5	5	15	25	30	40
					0	0	5	10	20	20	40
9	入江	44		25	30	40	45	50	55	60	50
					15	15	20	25	20	25	35
10	"	"	"	25	30	25	30	35	45	45	55
					15	10	15	20	30	45	45
11	"	"	"	40	40	35	35	40	40	60	55
					40	40	55	50	45	55	45
12	"	"	"	25	20	30	30	35	30	45	40
					10	10	10	0	10	45	35
13	"	"	"	20	20	30	40	40	35	55	45
					5	0	10	5	5	30	25
14	實田	16		-10	-10	-10	-15	-5	5	5	20
					-5	-5	-10	-5	-5	5	20
15	"	"	"	-5	-10	-5	0	0	5	10	25
					0	-5	5	-5	0	10	25
16	"	"	"	-15	-15	-15	-10	-10	-5	5	0
					0	-5	-5	-5	5	15	15
17	今宮	40		-5	0	-5	0	5	-5	15	15
					5	-5	0	0	5	15	20
18	"	"	"	-5	-5	-5	0	5	10	20	25
					0	0	5	10	10	15	20

IV 考 按

以上の成績は其1例を図示(第7図)せる如く、2-A オーディオメーター、音響波形を吟味されたる唸周波数振器、並に音叉に依つて大体同傾向の成績を得たのである。唸周波数振器よりの検査音の波形は、拡声器前10 cm に於ける、出力1.0 bar に於て既述の如き波形を有す。茲に觀察せる例に於ける低音域の可聴閾の如き出力小なるレベルに於ては其波形は一層良好なる筈である。

故に之等低音域に於ける可聴閾が高調波含有によつて誤りを生じたものと考えざるは出来ない。

即ち傳音障礙に於て低音域聴取障礙を伴わざる高音難聴の存在し得ると考えしむるに充分である。

第1図 聴力損失

音叉による検査成績より、從來の傳音障礙に於ける可聴閾周波数特性に関する古典的考へは主として

(1) 意味不明なる聴取時間百分率なる尺度を用いたこと

(2) 検査周波数範囲の狭い事

以上の2点に由來するものと言ふべく、即ち急性中耳炎の初期に於ては第2図に示すが如き周波数特性を有し、ハルトマンの音列に依る検査では屢々其特徴を捉うる事は困難である。又慢性中耳炎に於ては第3図に示すが如く可聴周波全体に聴力損失が見られ、下音界の上昇があると共に、上音界も下降して居るにも拘らず、之を c^4 或は fis^4 までの検査を行ふとすれば、之も亦可聴閾周波数特性を誤

つて解釈する。

之を以てすれば、従来の学説の間違つた由來を説明するに充分であろう。

第2図

第3図

V 結 論

検査音源の音響波形を吟味して、高音難聴を有する傳音障礙に於ける、低音域に対する可聴閾の移動を検討した。而して之等は高調波聴取に依つて誤られたものでない事を証明した。

主 要 文 献

- 1) Bunch-Rayford: Arch. Otol. 9 (1929), 13 (1931), 423.
- 2) Crowe-Guild-Polvogt: Bull. Johns. Hopkins Hosp. 54 (1934), 54.
- 3) Crowe-Guild: Acta. Otol. 26, (1938), 138.
- 4) Crowe: Arch. of Otol. 28, (1938), 663.
- 5) Dean: J. Acoust. Soc. of Am. 2, (1930), 281.
- 6) Fletcher: Speech and hearing, Mac. Millan. London. (1929) 270.
- 7) Fletcher: Speech and hearing, Mac. Millan. London. (1929) 290.
- 8) Guild: Bull. Johns. Hopkins Hosp. 54, (1934) 54.
- 9) Guild: Ann. of Otol. 45 (1936) 809.
- 10) Halpike: J. of Laryngol. 45 (1930) 1.
- 11) Holmgren: Acta. Otol. 27 (1939) 338.
- 12) Katz: Z. Hals- usw. Heilk 19 (1928) 316.
- 13) Knudsen-Johnes: Arch. of Otol. 13 (1931) 489.
- 14) Langenbeck: Pflügers Arch. 1 (1930) 226.
- 15) 小田: 耳鼻臨床 35 (1940) 871.
- 16) 小田: Laryngoscope. 48 (1938) 3.
- 17) Proposed Specification of Audiometer: T. A. S. A. 9 (1937) 72.
- 18) Rinne: Prager Vierteljahreschr. 1 (1855) 27.
- 19) 福武: 日本耳鼻總會, 口演, (1943).
- 20) Pohlmann-Kranz: Proc. Soc. Exper. Biol. and Med. 20 (1923).
- 21) Ruf: Z. Hals- usw. Heilk. 31 (1932) 356.
- 22) Schwabach: Z. f. Ohrenheilk. 14 (1885) 61.
- 23) Voss: Revue de Laryngol. Fevr. (1932).
- 24) 吉村: 大日耳鼻, 42 (1936) 794.
- 25) Weber: (1834), Quoted by Politzer, (1907).

稿を終るに臨み始終御懇篤なる御指導を賜わり、且御校閲を辱うせる小田前教授、並に御校閲を賜わりたる高原教授に深甚の感謝の意を表す。

尙此研究は、文部省科学研究費の援助の下に行われた。記して感謝の意を表す。

(原稿到着昭和=23. 4. 5日)

STUDIES ON THE FREQUENCY RELATION OF THE AUDITORY
THRESHOLD IN THE CONDUCTIVE DEAFNESS.

PART 4. HISTOLOGICAL EVIDENCE FOR THE EXISTENCE OF
HIGH TONE DEAFNESS CAUSED BY THE LESION IN THE
CONDUCTIVE SYSTEM.

by

MASAJI HASHIMOTO

From the Okayama Medical College

The temporal bone of a case of mucosus otitis media accompanied by auditory defect in high tones was histologically examined and found that the pathological findings were confined to the middle ear, except a slight change in cochlea, which is, however, less manifest than that described by Crowe, Guild and Polvogt to occur in cases of normal hearing.

(Abstract)

STUDIES ON THE FREQUENCY RELATION OF THE AUDITORY
THRESHOLD IN THE CONDUCTIVE DEAFNESS.

PART 5. THE QUESTION OF THE WAVE FORM OF THE TEST TONES.

by

MASAJI HASHIMOTO

From the Okayama Medical College.

answer

In order to the question if the higher harmonics, instead of the fundamental, are responsible for the retained audibility of low tones in conductive deafness, a specially designed oscillator with a transitron circuit was made use of. A loudspeaker of moving coil type served as the sound producer. Electrical as well as acoustic low pass filters were used for low tones under 1000 c.p.s. to cut off the harmonics. The wave form was observed with an Braun tube. The experiment satisfied that the test tones were perceived by means of the fundamentals.

(Abstract)