気導域値変動の統計的観察

(1) 職業性難聴

日本医科大学耳鼻咽喉科教室（主任：橋本泰彦教授）

河村耳鼻咽喉科医院（川口市）

河 村 進 市

緒 言

気導域値は連続して測定したオーディオグラムでも、すべての周波数で同じ数値をとることは稀で多くの要因によって影響されるが、われわれは排除し得ない被検者に特有の因子を除き、域値変動のある範囲内にとどめる努力をしなければならない。このことは障害等級の決定、治療効果の判定、域値上検査成績のそれぞれにおいて、いわゆる基準域値としての意義があり、変動が大であれば、基準域値の決定は困難となり、それによる診断の価値は必然的に乏しくなる。

気導域値変動の顕著な例として、職業性難聴39例の

よそで施行された検診成績と、認定の際私が行なったそれとを比較したのが表1である。500, 1,000, 2,000, 4,000各周波数につき、全体として83.65%は好転し、最大50 dBに達しており、なんのための検診であったか理解に苦しむ。すなわち障害認定の前段階ともいえる検査（一日に全員を専門のオーディオロジストが施行）で、かなりの者が補償に該当すると思われたが、騒音作業数カ月後の退職認定の際、ほとんど該当しなくなったため問題となった。これによる医師に対する不信、経済的損失など社会的被害¹³⁾はかなりのものであった。

私は既に1959年気導域値変動について報告¹⁷⁾した。

表 1 職業性難聴患者の検診と認定の際の気導域値差（39 例）

表 2, 3 は当時のもので、正常青年女子 29 耳連続 (2 回) 測定気導域値変動の平均値の、信頼および棄却限界を示しており、図は 5 dB ステップのため真の値より大きく出ているが、優秀な成績と思われる。

対 象

職業性難聴の認定患者 182 例、361 耳、889 回の測定結果を対象としたが、すべて私自身が聴検したものに限られる。気導域値変動は変動する聴力障害とも関連し、対象が問題になるのでその性状を少しく記してみる。

○年齢分布は表 4 のごとくで、74.73% は 55 歳以上の

表 2 正常青年女子 29 耳連続測定周波数別域値変動平均値の信頼及び棄却限界

Hz	平均値	信頼限界	棄却限界
125	1.89	±0.95	±5.22
250	0.86	±1.14	±6.28
500	0.17	±1.48	±8.11
800	1.20	±1.59	±8.69
1,000	1.03	±1.29	±7.05
1,500	0.86	±1.61	±8.85
2,000	1.37	±1.25	±6.84
3,000	2.06	±1.41	±7.70
4,000	2.06	±0.97	±5.32
5,000	1.72	±1.28	±7.98
6,000	1.72	±1.63	±8.94
8,000	0.34	±1.52	±8.34
10,000	1.72	±1.85	±10.05

いわゆる停年以後のもので占められている。これは職業性難聴の認定すなわち治癒の時期が転退職時とされているためである。

○騒音曝露期間すなわち従業年数は表 5 のごとくで、最短は 1 年 10 月、最長は 46 年 (この例は停年退職後も社外として勤務) におよんでいる。一般には小学校卒業より騒音作業に入り停年まで働くが、途中より従業あるいは退職したものでは年齢と期間は一致しない。従業 20 年以上は 70.88% を占めている。

表 4 年齢 (182 例)

年 齢	症 例 数
20~29 歳	5 (2.75%)
30~39 歳	2 (1.10%)
40~49 歳	23 (12.64%)
50~54 歳	16 (8.79%)
55~59 歳	105 (57.69%)
60 歳~	31 (17.03%)
	46 (25.27%)
	136 (74.73%)

表 5 騒音曝露期間 (従業年数) (182 例)

騒 音 曝 露 期 間	症 例 数
~ 5 年未満	5 (2.75%)
5 年以上~10 年未満	21 (11.54%)
10 年以上~15 年未満	15 (8.24%)
15 年以上~20 年未満	12 (6.59%)
20 年以上~30 年未満	43 (23.63%)
30 年以上~40 年未満	63 (34.61%)
40 年以上~	23 (12.64%)
	129 (70.88%)

表 3 正常青年女子 29 耳連続測定気導域値変動平均値の信頼及び棄却限界図

表 6 聴力障害の程度 (360 耳)

平均聴損	耳数
～15 dB未満	4(1.11%)
15 dB以上～30 dB未満	32(8.89%)
30 dB以上～45 dB未満	73(20.28%)
45 dB以上～60 dB未満	120(33.33%)
60 dB以上～80 dB未満	108(30.00%)
80 dB以上～	23(6.39%)
	109 (30.28%)
	251 (69.72%)

○聴力障害の程度は表 6 のごとくで、軽度より中等度障害までが 109 耳 (30.28%) で、45 dB 以上の高度障害が 69.72% と 2/3 以上を占めている。

○詐聴については以下の基準により除外した。すなわち 3 つ以上の周波数で最良の域値との差が、右側 (初回測定側) では 30 dB 以上、左側では 25 dB 以上、または平均聴力損失 (4 分法) で最良のものとの差が、右側では 25 dB 以上、左側では 20 dB 以上の場合である。

方 法

期間が 20 年におよび、従ってオーディオメータも永島、リオンと一定しないが、初め域値上約 30 dB を 125 Hz より全周波数聞かせ、原則として 125 Hz より高音におよび、これを右→左→右→左のごとく施行し、症例によっては更に繰り返した。上昇法により、手動断続音、変調 2/s. 振幅 4 dB の脈音、1/s. 自動断

続音をそれぞれ経年的に順次用いた。統計処理上、周波数としては便宜上 125, 500, 1,000, 2,000, 4,000, 6,000 のみを採用した。

成 績

域値変動と以下の 4 項目の関係を検討した。

1 : 平均聴損と域値変動の相関

平均聴損の値としては、左側 1 回目の数値より 4 分法で算出したものをとりそれと、左側 1 回目と 2 回目の間の変動 (差) との相関係数を各周波数ごとに求めた (表 7)。この結果より各周波数ごとに平均聴損と域値変動との独立性を仮説検定したところ、有意水準 0.05 ではいずれも棄却できず、両者の間にはっきりした相関関係は見出し得なかった。

表 7 平均聴損と域値変動の相関係数

Hz	相関係数	Hz	相関係数
125	0.0249	2,000	0.1229
500	0.0847	4,000	0.0364
1,000	0.2768	6,000	-0.0116

2 : 耳鳴と域値変動との関係

耳鳴なし、間歇性耳鳴、常在性耳鳴の各群の域値変動の平均値 (表 8) に有意差があるかどうかを 6 周波数ごとに分散分析法により調べた。域値変動の値としては左側 1 回目と 2 回目の差を用いた。いずれ

表 8 耳鳴なし、間歇性耳鳴、常在性耳鳴各群の域値変動の平均値

Hz	125	500	1,000	2,000	4,000	6,000
耳鳴なし	3.8235	3.5211	2.8333	3.1159	2.9508	4.7736
間歇性	5.0000	3.8889	3.4815	4.4074	4.3182	4.7273
常在性	3.7313	2.7703	3.1507	2.9857	4.0000	2.9636

表 9 検査回数による域値変動の平均値

Hz	125	500	1,000	2,000	4,000	6,000
右						
1 回と 2 回の差	5.0000	5.3165	3.6125	3.2875	3.5072	4.0746
2 回と 3 回の差	7.2297	6.8667	7.8289	6.9221	5.8000	6.5167
3 回と 4 回の差	4.8611	5.5263	4.4605	4.3200	4.5455	6.2833
左						
1 回と 2 回の差	5.0000	7.0760	7.0649	6.6447	5.3051	6.6481
2 回と 3 回の差	5.2308	4.4533	5.3425	4.2639	3.6724	4.2157
3 回と 4 回の差	3.5417	4.0000	5.9355	5.3214	7.1304	9.1176

の周波数も有意水準0.05で有意差ありとは認められなかった。

3：検査回数と域値変動との関係

域値変動の値として、右側につき1回目と2回目の差、2回目と3回目の差、3回目と4回目の差、左側につき1回目と2回目の差、2回目と3回目の差、3回目と4回目の差それぞれにつきその平均値(表9)の有意差を各周波数ごとに分散分析法で検定した。結果は1,000 Hzは有意水準0.01で、2,000、4,000 Hzは0.05で、それぞれ有意差があったが、その他の周波数では認められなかった。

4：周波数と域値変動との関係

周波数ごとに域値変動の平均値(表10)に有意差があるかどうかを分散分析法により検定した。域値変動の値としては左側1回目と2回目の差を用いた。いずれの周波数でも有意水準0.05で有意差ありとは認められなかった。

表 10 周波数別域値変動の平均値

Hz	平均値	Hz	平均値
125	3.9752	2,000	3.2711
500	3.2558	4,000	3.6042
1,000	3.0698	6,000	4.0000

表 11 平均聴損と域値変動の相関係数

考 案

気導域値変動は疾患に特有のものを除いても、被検者側に因るものと、検者側に因るものとに大別される。以下数項目にわたり記してみる。

§ 本観察について

域値変動が初回測定右側より左側に小さいであろうとの推定で、左側を主としてとりあげたのも、有意差の認め難かった一因と考えられるが、域値変動の幅は比較的小さく、検査は適切であったことを示している。また本観察では検者側はすべて同一条件であり、被検者側による域値変動をみたわけである。

1：平均聴損と域値変動との相関

常識的には平均聴損が悪化する(本対象では年齢、従業期間の増大)と、域値変動は減少すると考えられるが、このデータは比較的中等度、高度難聴者が多かったためか、明確な相関関係は認められなかった。なお相関係数は一般に小であったが、1,000 Hzが最大であった(表11)。

2：耳鳴と域値変動との関係

域値変動の平均は常在性に高く、次で間歇性、耳鳴なしが最低と判断されるが、本成績ではその間に有意差があるとは認められなかった。なお耳鳴なし(斜線の部)、間歇性耳鳴(黒い点々の部)、常在性耳鳴(白の部)の各群の域値変動の平均値は表12のごとくで、間歇性に平均値が高いように思われた。

3：検査回数と域値変動

検査回数の上昇につれ、域値変動は縮小するのが一般と思われるが、表13、14(1回目と2回目の差(斜線の部)、2回目と3回目の差(黒い点々の部)、

表 12 耳鳴なし、間歇性耳鳴、常在性耳鳴各群の域値変動の平均値

表 13 検査回数による域値変動の平均値 (右側)

表 14 検査回数による域値変動の平均値 (左側)

表 15 周波数別域値変動の平均値

3回目と4回目の差(白の部)それぞれの平均値)のごとく、必ずしもそうとは限らない。1,000, 2,000, 4,000 各周波数で各検査間の域値変動の平均値に有意差は認められたが、なお検討を要する。

4: 周波数と域値変動

表15のごとく平均値は1,000 Hz が最小で、6,000 Hzが最大、次で125Hzと常識的な結果を示したが、検定では有意差が認められなかった。

5: 以上常識より推測される有意差は、域値変動が小さかったためかほとんど認められず、期待はずれであった。

§ 気導域値変動

オーディオメトリーを始め感覚器を対象とする検査においては、その成績動揺は必然であり一定条件で繰り返すことは非常に困難である。これは個々の場合被検者に固有の因子を除けば、測定誤差と訓練効果に大別され、後者は連続回数測定によりその傾向を推定し得るが、前者は測定器具、測定方法、被検者、検者など多くの要因により複雑である。しかしわれわれは臨床オーディオグラムを1~2回、同一日に測定して比較検討することが多く、この場合特に訓練効果は無視され得ない。この訓練効果は初回側2回目(私の場合右側)に著明であるので、初回側は3回以上測定することが望ましい。

○生理的域値動揺については、気導より骨導に大で、同一検者による場合でも、個人差のほか、疲労、慣れ、姿勢特に頭位、更にレーザーの位置および圧力などの影響も無視できない。文献的には、塩谷³⁾(1951)は20 dB 以内、長沼³⁾(1954)は10~20 dB とある。大和田ら⁴⁾(1954)は正常11耳につき5日以上検査による最小可聴域の偏倚は10 dB 以内に95%が、1日3回検査では10 dB 以内に95%が、1日1回では12.5 dB までに97%がそれぞれ含まれる。どの場合も5 dB ステップでは10dB までが正常の場合の動揺範囲といえとした。浦岡³⁾(1952)は正常人で低音は左側、高音は右側に聴力が良いとの知見を得、また女性において月経時にも動揺に変化がなかった(松田¹⁾(1938)、長沼³⁾(1954))との報告もある。

○病的域値動揺については、大和田ら⁴⁾(1954)の報告によれば、難聴5耳につき5日以上検査では15 dB 以内に99%が、1日3回検査では12.5 dB 以内に97.5%が、1回検査では12.5 dB 以内に75%が、17.5 dB までに99%がそれぞれ含まれる。すなわち5 dB ステップでは1日3回検査では10dB、1日1回検査では15dB

まで偏倚の可能性があるという。I. Hochberg と S. Waltzman¹⁵⁾ (1952) は脈音と持続音との関係において内耳性難聴の耳鳴を伴う患者で域値変動の比較を報告した。すなわち域値での最大の変動は耳鳴に類似した周波数で起り、すべての域値変動は ± 5 dB 以内であった。正常人と耳鳴患者の 2/3 以上は脈音の方を好んだが、必ずしもすべての脈音の方でより良い域値が得られるという仮説は確認し得なかったとした。私の成績も耳鳴の有無で、その間に有意差は認められなかった。最小可聴域値は大体において中枢難聴および伝音難聴では毛細胞障害より決定し難く、メニエル氏病および中枢難聴では動揺の大なることが特徴の一つとされている。

§ 最小可聴域測定法と補充現象

○方法：私は原則として閉眼の上レシーバは、左右別々に耳に手で密着せしめ、肘を机につけて施行している。これは一定しないと結果が違い低音では圧抵するほど、高音ではやや力を抜いた方がよく聞えるので、私はヘッド・バンドは使用しない。左右差のある時もすべて右側より始める。まず問診で得た推定域値上約 30dB の検査音を低音より高音にわたり聞かせてから、125 Hz の域値上約 20 dB を与え、検査音に対しはっきりした認識をもたせてから強さを急速に減じ、聞えなくなったら再び強さを増す。この際最近では自動断続音(1/s.)を用い、聞える聞えないと応答せしめ、可聴域は音として認識され得れば確実になくても頻度により最小のものをとった。それから漸次高音におよび、次で左側に移る。これには種々異論があると思うが正常若年者を対象とする研究ではなく、認定者など多少詐ろうの傾向をもち、更に教養も低い肉体労働者を被検者とする実際面において、短時間に最大の効果をあげるため原則を知りつつも用い得なかったのである。しかし一般外来患者より困難な認定患者を対象としたこのデータを見れば適法と考えられる。右側より始める理由は、測定前に良聴側不明の場合もあり、右の第1回目は予備的なものとして原則的に正常以外は2回測定しているので、右の第1回目と左との比較により、マスキング必要の有無、および陰影聴取による詐ろうの有無のそれぞれに対する知見を得る便があったからである。

○補充現象：域値上聴力が重視されるにつれ、聴域測定の正確さは単にオーディオグラムの作製のみならず、一層広範な意味において要求される。すなわちレクルートメントは普通でも値の変動が大きく、域値が甘い

場合は、陽性に出易く、判定をあやまる原因となることが多い。

§ 域値の正確性と検者の資格

ここでは主に検者の差に起因するものにつき述べる。

○一般にオーディオグラムが正確性に乏しく詐ろうとも関連し、その測定方法などに疑問をいだかされることが多い。域値の正確性とは何時、何人が測定しても大体同様の結果の得られることである。気導域値変動は同一患者で同一病院内においても相当認められ、さらに他病院のそれと比較すれば一層顕著な場合も少なくないので、聴力測定に際しては、変動の大なる点に注意すると共に、そのよって来る原因が推測し得られるほどの経験が必要となる。

○検者の資格としては、正常聴力者を連続測定した場合、域値変動の平均が比較的小さい範囲内にあることが考えられる。すなわち、正常聴力被検適格者についての測定値の信頼および棄却限界は、検者、測定器具、測定方法などを含めて、測定値の信頼性を裏付ける証拠となる。従ってすべての人が検者として適任かどうかには疑問がある。聴力の経過観察などでは、適格検者が同一患者につき検査する必要があり、私のこれまでのほとんどの報告は、私自身の行なったオーディオグラムに限られるのは、検査の普遍性とは矛盾するが、このためである。すなわち正常人の域値変動平均値の信頼限界の値¹⁷⁾(表2, 3)は、大内ら¹⁸⁾(1954)の10人の異なる被検者を測定して得た40個のオーディオグラムの信頼限界と比較した場合、方法に差はあるが、前者の成績は相当良好である。従って自己の検査結果に溺れることなく、常に謙虚に真の聴力を追究しなければならない。

○聴力の基準は事実か創作かという House, H. P. の報告¹⁴⁾(1969)は非常に興味があるので引用してみる。非現実的聴力の基準のため聴力障害者の就学、就職上制限がおこり、社会生活上損失が大きいので、より現実的な基準を確立しなければならない。しかもこれらの基準の直接の出所は不明で、ある委員会の忠告で確立されたようであるという。また米国軍将校の聴力の資格として 500, 1,000, 2,000 で 15 dB、年1回施行とあるが、果してこのようなことを検者としてたれが当り、現実的に可能かどうか疑わしい。同様各職種に応じて聴力の資格があり、検査が定期的実施され、転退職が一部で行なわれているようだが、日本でも将来あり得るとすれば、聴力検査は聴力障害者の生活を左

右する重大な責任を負うことになり、詐病も複雑となり、現実的な基準と検査員の資格検討は耳鼻科にとって課せられた社会的使命の一つとなってくる。この場合にも域値変動の取り扱い是非常に微妙となる。

§ 治療効果の判定と基準域値

聴力検査としてのオージオメトリーにも種々の欠点はあるが、純音オージオグラムを除いては聴力の正確な評価は、少ないと一般に思われている。これに対し鯉原⁹⁾(1968)は、オージオグラムという不完全な感覚感度の記述法のみでの聴力評価を批判し、五十嵐¹⁰⁾(1970)も、オージオグラムには測定誤差があり、また個人の聴力にも変動がありうる点から、感音難聴の治療効果については、一例ごとに検討すべきで、有効率を問題にするのは適当でないとした。しかし治療効果の検討には、現段階ではオージオグラムの域値変動をみるのが実際のであり、各種の方法を比較し、難聴の治療法を開発するには、杉山ら¹¹⁾(1970)の主張しているごとく、統一した判定基準が早急に決められるべきである。

治療効果の判定基準の一つとして、日本オージロジー学会の「聴力変動の判定基準」⁸⁾(1965)がある。しかしなぜかひろく利用されていない。

人間には定まった聴域があるのではなく、これは絶えず不規則に変動しているという意見もあるが、われわれが治療効果を判定する場合、基準となる域値からの変化をみなければならず、これには域値変動の幅が少なくとも10 dB以内、できれば5 dB以内になってはじめて、安定した基準域値として採用し得ることになる。

結 論

職業性難聴認定患者182例を対象として、気導域値変動を、主として左側につき統計的に観察して以下の結果を得た。

- 1) 平均聴損と域値変動の間には、明確な相関関係は認められなかった。
- 2) 耳鳴と域値変動については、常在性耳鳴、間歇性耳鳴、耳鳴なしの間に有意差ありとは認められなかった。
- 3) 検査回数による域値変動については、1,000, 2,000, 4,000各周波数のみで、有意差が認められた。
- 4) 周波数と域値変動については、有意差ありとは認められなかった。

5) 聴力測定者の資格についても言及した。

6) 以上成績の一部を報告したが、変動の少ないと思われる、左側を主として対象としたため、明白な結果が得られなかったとも考えられ、今後も検討をつづけるつもりである。

Statistical Observation of Variation of Hearing Threshold of Air Conduction

(1) Occupational Deafness

Shin-ichi Kawamura

Department of O.R.L., Nippon Medical School

(Director: Y. Hashimoto, M. D.)

One hundred and eighty-two cases of occupational deafness were selected as subjects of this study, and variation of hearing threshold of air conduction were statistically observed mainly with the left side ears. The results of the experiments are as follows:

1) No clear correlation was noticed between the average hearing loss and variation of hearing threshold.

2) As to tinnitus and variation of hearing threshold, no significant difference was found between continuous tinnitus, intermittent tinnitus and no tinnitus.

3) As to variations of hearing threshold obtained by comparing hearing threshold of the first test with that of the second, and the second with the third, etc., significant differences were noticed only at 1,000 Hz, 2,000 Hz and 4,000 Hz.

4) When variations of hearing threshold were examined at various frequencies, no significant differences were found.

5) Mention was also made of qualifications of technicians who measures auditory acuity.

文 献

- 1) 松田龍一：女性ニ於ケル性的現象ノ耳鼻咽喉科疾患ニ及ボス影響。日耳鼻，44；12，2278，1938。
- 2) 塩谷 裕：Fowler 現象による聴力検査に関する研究 第1編 49-A Audiometer に依る正常人生理的可聴閾値に就ての観察。日耳鼻，54；11，577，1951。

- 3) 浦岡日出夫：聴力の生理的動揺に対する若干の知見。日耳鼻，55；10，879，1952.
 - 4) 大和田健次郎，山口英明：最小可聴音の変動について。耳喉，26；1，11，1954.
 - 5) 長沼雅子：青年女子の平時並に月経時における聴力検査成績。日耳鼻，57；4，393，1954.
 - 6) 大内 仁，立木 孝：オーディオメーターによる聴閾測定法の検討。耳喉，26；8，466，1954.
 - 7) 河村進市：気導閾値変動の統計的観察。耳喉，31；6，443，1959.
 - 8) 日本オージオロジー学会：「聴力変動の判定基準」委員会報告。Audiology Japan，8；4，237，1965.
 - 9) 鰐原 勇：薬の効果判定法の研究 各種ビタミンB₁内服錠と「きこえ」の機能との関係を中心として。耳鼻臨床，61；増刊号，1243，1968.
 - 10) 五十嵐博之：感音性難聴治療実際の一面。耳鼻臨床，63；4，343，1970.
 - 11) 杉山茂夫：Sudden deafness の統計的観察およびその問題点。Audiology Japan，13；2，174，1970.
 - 12) 生駒尚秋，佐々木寛：突発性難聴の治療指針。耳鼻，19；1，39，1973.
 - 13) 河村進市：聴力障害認定制度の確立を望む。Audiology Japan，17；2，125，1974.
 - 14) House, H. P. : Hearing standards—fact or fiction? Arch. Otolaryng., 90；2，208，1969.
 - 15) Hochberg, I. and Waltzman, S. : Comparison of pulsed and continuous tone thresholds in patients with tinnitus. Audiology, 11；5~6，337，1972.
- 稿を終るにあたり，御指導をいただいた橋本泰彦教授に感謝します。また統計的处理に関し，御教示をいただいた数学教室（主任川崎薩男教授）三宅章彦助教授，協力をいただいた恵羅博助手に感謝します。
- 本論文の要旨は第19回日本オージオロジー学会総会において発表した。

(50.2.19. 受付)