STUDIES ON AUDITORY FATIGUE

By

M. NAGATA

*From the Department of Oto-Rhino-Laryngology, Nagoya University
Medical School (Director: Prof. S. Goto)*

The author investigated the auditory fatigue effect on 35 persons with normal hearing and 199 persons with various types of hearing difficulty.

First, on those with the normal hearing, the following studies were made, i. e. auditory fatigue effect when the frequency of the stimulating tone and the test tone are same or different; the comparison of the auditory fatigue effect of white noise and that of pure tone; the variation of the auditory fatigue effect by the different stimulating method; and individual differences of the auditory fatigue effect.

In the next chapter, the auditory fatigue of pathological ears was investigated.

In general, the auditory fatigue effect in conductive deafness was smaller than that in the perceptive deafness.

In many cases of Menière's disease, occupational deafness and deafness due to the administration of streptomycin, the recovery time of auditory fatigue was prolonged.

But in some patients with perceptive deafness, the recovery time was normal or reduced.

聴器疲労現象に関する研究

第1編 総 論

第2編 正常耳における聴器疲労現象

第3編 各種難聴耳における聴器疲労現象

名古屋大学医学部耳鼻咽喉科学教室 (主任 後藤修二教授)

医学士 永 田 実
ナガ タ ミノル

目 次

第1編 総 論	第1節 研究対象
第1章 緒 言	第2節 研究方法
第2章 研究対象並に研究方法	第1項 音源及び検査室
第1節 研究対象	第2項 検査方法
第2節 研究方法	第3章 研究成績
第1項 検査室	第1節 刺戟音と検査音とが同一周波数の場合に おける聴覚疲労効果
第2項 検査用音源	第2節 刺戟音と検査音の周波数が異なる場合に おける聴覚疲労効果
第3項 検査方法	第3節 騒音刺戟による聴覚疲労現象
第3章 文献的考察	第4節 刺戟音の与え方と聴覚疲労との関係
第2編 正常耳における聴器疲労現象	第5節 聴覚疲労現象の個体差
第1章 緒 言	第4章 総括並考按
第2章 研究対象並に研究方法	

第5章 結 語

第3編 各種難聴耳における聴器疲労現象

第1章 緒 言

第2章 研究対象並に研究方法

第1節 研究対象

第2節 研究方法

第1項 音源及び検査室

第2項 検査方法

第3章 研究成績

第1節 伝音系難聴における聴覚疲労検査成績

第1項 炎症を伴はない伝音系難聴

第2項 中耳炎を有する伝音系難聴

第2節 混合性難聴者における聴覚疲労検査成績

第3節 感音系難聴者における聴覚疲労検査成績

第1項 原因不明の感音系難聴

第2項 メニエール氏病

第3項 騒音障害による難聴

第4項 ストマイ中毒性難聴

第5項 頭部外傷による難聴

第6項 老人性難聴

第7項 熱性病後性難聴

第8項 中枢性難聴

第4章 総括並に考按

第5章 結 語

主要文献

第1編 総 論

第1章 緒 言

感覚器官に対して、持続的に強い刺激が与えられると、一時的に刺激に対する感覚の閾値が上昇する現象が存在することは、いわゆる疲労現象としてよく知られている事実であつて、嗅覚等についても詳細に研究せられている。聴覚に関しては、古く Urbantschitsch 等が、持続的な音響刺激によつて聴力が減弱することを認めており、その後特に欧米においては、聴器疲労現象について多くの実験と論議が行われて来ているが、現在なおこの現象に関する知識には不確実なる点が少くないのである。

聴器は常時音響刺激に対して開放せられているが、日常一般の音響刺激に対してはほとんど聴器の疲労効果というものを自覚しないのであるけれども、異常な強大騒音に遭遇したり、強大音響による実験操作が加えられる時に、いわゆる聴器疲労現象を自覚することができる。例えば、オーディオメーターで一側耳に強い音を長時間与えると、その直後暫時の間その耳の最小可聴値が上昇することにより、あるいは、他側耳に比較して刺激せられた耳の Loudness が減少した感じを惹起することによつて、聴器の疲労の発現を知るのである。

元来、音響刺激の生体に及ぼす影響に関する実験的研究の初期は、音響を负荷せる実験動物の聴力の変動を Preyer 氏耳殻反射運動を利用して追求したり、更にその聴器を病理組織学的に検索したもので、すべて音響傷害実験であつたが、近年オーディオメーターが考案、普及せられるに及び、audiology は目覚ましき発展を遂げ、この聴器疲労現象に関する研究も急速なる進歩を見た。

而して、名古屋大学後藤教授は早くよりこの現象に着目せられ、聴器疲労検査を、組織的な一連の臨床的聴覚検査の一つとして、本邦においては最も初期において広く難聴患者に施行した(1951)。

一般に感覚の感受器官が刺激を受ける場合の感受性の変動は ① 順応 adaptation ② 疲労 fatigue ③ 傷害 damage ④ 増感 sensitization 等に区別されるのであるが、聴器においては、これ等の間の相違の本質に関して未だ判然と解明せられておらず、従つて、その定義も確定していないのである。特に順応と疲労とについては、研究者によつて、その見解はまちまちであつて、両者をほとんど同じ意味に使用している者もあれば、又これ等を本質的に異つた現象として明確に区別して用いている研究者もある。

③ の傷害は、明に組織学的に病理的变化を認める場合であつて、聴器においては、回復し得る可逆的の状態である所の順応あるいは疲労から、刺激の性質、強さ、時間、その他の条件によつて、次第に非可逆的の回復不能な永久的組織傷害へと移行してゆくものと考えられる。而して疲労と傷害との中間には、回復可能の軽度の組織傷害の存在が仮定せられている。

文献によると、聴器疲労現象に関する研究は少くないが、その研究結果には、諸研究者の間に相当の相違があり、本現象の発現部位や本質に就いても、なお未だ決定的な見解は存在していないことを知る。この問題の解明を極めて困難にさせている一つの原因は、恐らくこの聴器疲労と称せられる状態における聴覚の閾値の変動というものが、ある一定部位の生理現象ではなくて、この現

象には幾つかの異つた生理過程が同時に包含せられているのであろうと推定せられている点にある。

次に、この聴器疲労現象が耳科学上に、あるいは臨床的に、いかなる意義を有するかという問題に関しては、次の如き諸点が考えられるのである。

先づ第1には、聴器疲労現象の研究が、感覚器官の中でも特に複雑にして未知の部分の多い聴覚の生理を探究闡明して行く上の一つの端緒になるものと考えてるのであつて、聴覚理論の基礎的研究としての意義が、その応用面におとらず大きい。

第2には、職業性難聴の予防という、困難にしてしかも社会的に重大なる問題に関連している。即ち、聴器の一時的の疲労性の大小を検査することによつて、持続する強大音響に対する耳の受傷性の程度を判定する上の一つの示針を得ようとする試みである。

この点に就いては、本現象研究史の初期において大いに有望視せられ、実際の検査実施方法の諸案も提出せられていたが、その後の研究においては、これに対して懐疑的な意見も少なからず、疲労検査が相当煩雑でかなりの検査時間を要することゝ相俟つて未だ十分実用の域には達していないようである。

第3には、難聴患者における鑑別診断上の一検査方法としての意義である。audiology の輝かしい発展は、現在ではかなり詳細なる難聴の鑑別診断や傷害部位、傷害程度の判定を可能にして来ているが、この聴器疲労検査も諸種の聴覚検査とあわせ施行することによつて、より適確なる診断を可能とするのであつて、この意味からも今後一層普及せられるものと推測されるのである。

第4には、聴覚疲労現象の存在が、聴覚の閾値上の種々の検査において誤差の原因となり得るということである。例えば、Fowler 氏の Loudness balance test において、その試験音に断続者を使用する場合と持続音使用の場合とで、異つた結果を導くことがあることは、Hood が音の大きさの relapse 失聴現象として指摘している所である。又、K. Schubert は閾値の強さの刺激音でさえも長く持続すると聴器疲労をひきおこすことを述べ、この現象によつて、聴力の最小可聴閾値を絶対閾値と比較的閾値とに分けている。而して聴器の疲労現象は、聴力検査上の測定誤差の重要な原因であると述べた。従つて、聴力の検査特に閾値上の諸検査施行に際しては、聴器疲労現象の存在に対する細心の留意が必要とせられるのである。

私は先づ聴力が正常な被検者について、聴器疲労現象

の一般的な発現の型を研究したる後に、各種の難聴患者についての聴覚疲労に関して臨床的検査としての意義を中心にして検討を加えた。

本現象に関する内外の主要文献を概観してみるに、正常耳についての聴覚疲労実験は少くないのであるが、種々の疾患による難聴耳における聴覚疲労現象の測定及び検討については、研究が極めて僅少であるので、私は特にこの点に重点を置いて、主として聴覚疲労現象の臨床的な意義をめぐつて研究を行い、いさゝか新しい知見を得ることができたので報告する次第である。

第2章 研究対象並に研究方法

第1節 研究対象

本研究における主な被検者は、名古屋大学医学部附属病院及び同分院耳鼻咽喉科の外來並に入院患者中より選出せる各種難聴患者 199 人と正常聴力者 35 人とである。

但し、聴覚疲労検査の実施上には、十分な協力的態度と、相当の理解、忍耐及び敏捷なる応答が要求せられるから、14～15 才未満の若年者や遅鈍の者等にあつては検査が困難であつて、その大部分は成人を研究対象とした。

第2節 研究方法

第1項 検査室

本研究は、名古屋大学医学部耳鼻咽喉科学教室内の第1及び第2無響防音室、並びに名古屋大学医学部附属病院分院内防音室において実施せられた。

第2項 検査用音源

実験や検査に使用せる純音、雑音の発生には次の如き当教室所属の数種のオージオメーターを適宜使用した。

永島 51AⅢ 型オージオメーター

永島 49B 型オージオメーター

ナイツ BM52 型オージオメーター

日本電子 AMIS 型オージオメーター

日本電子 AM5 型オージオメーター

日本電子 AMIS 型附属ブースター

リオン 1004B 型オージオメーター

使用オージオメーターの周波数の正確度を測音1号CR発振器を基準にして検査するとすべてがJIS規格に示すところの指示値の5%以内で正確であつた。一方、オージオメーターの気導音をJIS規格の試験用カップラーを用い、コンデンサーマイクロホン(MR-103)に入れて周波数分析器で分析した所、125cpsにおいては相当大きい倍音を発生するオージオメーターがあるので、この周波数は検査から除外した。その他の周波数に

においては、大体 JIS 規格内の歪率に止まつた。使用オーディオメーターは、音圧出力の正確を期するために、標準コンデンサーマイクロホンによつて、年に約 1~2 回の較正を受けた。

又時には、強大音響を得る目的で測音 1 号 CR 発振器—増幅器—減衰器—ダイナミックスピーカーの方式をも併用した。

第 3 項 検査方法

聴覚疲労現象の研究法や、聴覚疲労検査の方式は、多くの研究者毎に多種多様であるけれども、一般的方法の概念は、要約すると次の如き手順である。

即ち、先ずある一定の周波数における一耳の最小可聴閾値を測定した後に、該耳を一定の強さの純音又は雑音に一定時間暴露してから、再び暴露前と同一方法で聴力最小可聴閾値を測定してその変動を検査し、あるいは更に、音響刺激断絶後の最小可聴閾値の時間的経過を追求してゆくのである。

私は、これ等の音源として前項に記載した諸種のオーディオメーター及び標準 CR 発振器を使用した。この聴覚疲労現象測定において、聴器に疲労をひきおこさせる目的で与えられるところの音を刺激音又は負荷音と称することとする。この音は、文献中において、fatiguing tone, stimulus tone, exposure tone, insult tone, acoustic stimulus, 等々と呼ばれているものに当るが、疲労音と呼称すると、疲労させるための音が疲労させられた音がまぎらわしくなり、次に述べる検査音と混同されやすいので、本論文においては疲労者とは呼ばぬことにする。

而して、この刺激音（又は負荷音）を負荷した前後の聴力の変動を、他覚的に追求してゆくために用いる特定周波数の音を test tone 即ち検査音又は試験音と呼称する。

又、刺激音を与える時間を刺激時間と呼び、刺激音を断絶した直後から、検査音聴力閾値が刺激音負荷前の値に復帰する迄の時間を疲労回復時間とする。

かくして、結局、純音による聴覚疲労現象の発現は、刺激音の周波数、強さ、持続時間と、検査音の周波数、及び被検者の伝音機構特性、内耳、中枢の刺激音に対する反応等の諸要見の関係から色々の型をとるのである。

更に、刺激音又は検査音に雑音を用いる時は、その雑音の周波数成分と各成分の強さが問題になり、聴覚疲労現象の発現の要素は一層複雑になる。

聴覚疲労現象における疲労の大きさは、刺激後の検

査音可聴閾値の変動量や、疲労回復時間の長さや、Loudness balance による検査音の loudness の変化、等で表現せられるが、これ等の種々の量は必ずしも平行するものではないのであつて、結局聴覚疲労現象の追求には、その疲労回復曲線を追つて、その pattern を観察することが大切なことと考えられる。

最小可聴閾値測定法としては、5db step で上昇法を用い、初めて確実に聴取する点をもつて閾値とした。短い時間に变化する聴力閾値の時間的変動を追求するので、極めて短時間に閾値決定を行う必要があるためインターラフターは使用しなかつた。検査者の細心の注意及び技術と、被検者の敏速なる応答とが相俟つて検査が遂行せられた。

第 3 章 文献的考察

聴器疲労現象及び聴器疲労検査の研究に関する主要な文献について、その研究史をかえり見ると大凡次に記す如くである。

先づ欧米においては、Peyser は音響傷害の予防的検査としてオーディオメーター使用の疲労検査を行つた最初の人であつた（1940）。彼は 1000cps, 100db, 3 分の刺激後閾値変動値（threshold shift）を測定して個体の音響感受性を resistant, doubtful, hypersensitive の 3 群に分類した。

後に kilm や Theilgaard が彼の方法を modify している。

Gardner (1947) は、難聴の型を分類するに、両耳平衡検査の如く両耳性ではなく片耳性の方法の必要を述べ、難聴の鑑別診断に聴覚疲労検査が有望であることを指摘した。

Wever, E.G. (1949) はその著書 Theory of Hearing の中で聴覚疲労現象を概説している。そして、Rawdon-Smith, Pearce, Davis and his associates 等は極めて強い刺激音を疲労実験に用いたが、そのような生理的限界をこえる如き刺激は、音響性難聴の初期の段階をもたらし、真には聴覚疲労に帰し得ない変化を与えると述べ、更に聴覚疲労現象の本質と発現部位について種々の実験の基礎の上に推論を行つた。そして発現の部位を an early neural process であろうと推定し、神経繊維の生理学の上から聴覚疲労現象の過程を説明した。

その後 Davis, H. 等 (1950) は 500cps~4000cps 110db, 120db, 130db, 1~64 分という強刺激を用いて聴覚疲労を研究し閾値の変化及び音高感覚のひずみ

(diplacusis) について詳細に検討した。

Kley, W. (1950) はバレーの騒音箱でひきおこした聴覚疲労状態において言語明瞭度は著明に減じたが、音叉による純音聴力はほとんど正常であつたと報告した。

Wilson, W.H. (1950) は正常人に聴覚疲労検査を行い、その疲労回復時間の長さによつてそれらを三群に分類し、併せて、疲労に附随しておこる耳鳴を検討した。

de Maré, G. (1951) は検査音に 0.4 秒持続の短い音を使用して刺激直後短時間における順応現象を研究発表して、その結果を Gardner や Lüscher and Zwislocki の研究と比較した。van Dishoeck and van Gool (1951) は聴覚の刺激後の変化を順応、疲労、傷害、の 3 つに明確に区別した。人間の聴器においては、80db 以下の生理的音刺激では 1 秒又はそれ以内に順応の initial stage があり更に 4~8 分後に最大の順応に達すると言ひ、この後者の場合を聴覚疲労と普通表現するが、この過程は全く聴器の音刺激への順応によるものと主張した。この順応は細胞膜の分極作用と細胞の新陳代謝の変化が原因であると言ひ、80db 以上の非生理的音刺激のみが fatigue (聴覚の一時的障害) や acoustic trauma (聴覚の永久的障害) をおこすと述べた。而して順応と疲労との間の多くの特長ある相異点を比較して示した。

Harris, J.D. Rawnsley, A.I. Kelsey, P. 等 (1951) は刺激音に持続 300msec 試験音に持続 30msec の短い音を使用して、聴覚疲労に抵抗する者や易疲労性の耳の選出のための一つの検査法を提示した。

Peyser, A. (1952) は騒音環境労働者の聴力障害予防のためには耳科医による就職前の検査が組織的に行われることの必要性を強調し、騒音に敏感で傷害され易い者を選出するのに聴覚疲労検査で可能であると主張した。

Hirsh, I.J. and Ward, W.D. (1952) は刺激音、試験者に純音、白色雑音、クリック音を色々に組合せて聴覚疲労実験を行つたが、特に、回復曲線が時間と共に刺激前閾値に次第に回復するのでなくて、微細にその回復状態を追求すると一度閾値に近づき再び試験音閾値は一時上昇して而る後に刺激前閾値へ回復することを観察した。

Pirodda, E. and Zwislocki, J. (1952) は、聴覚疲労検査を十分適切に実施するには、多くの周波数と色々の強さの種々の組合せの場合を探求する必要がある、又刺激音が強くなればなる程その後の休息時間を永くとら

ねばならないので、これらのために、聴覚疲労の完全な検査は実用的な一つの手順としては余りにも長い時間かゝりすぎると述べてその実用性について疑問を投じた。

Harris, J.D. and Rawnsley, A.I. は 1 秒以下の短時間の刺激音及び検査音を用いて、刺激の周波数及び強さのレベルの違いによる順応の pattern の種々相について研究し、その実験結果よりして聴器の周波数分析作用の機構に関する推論を行つた。

Hood, J.D. (1953) は post-stimulatory fatigue に加えて per-stimulatory fatigue の存在を唱え、疲労効果を検査耳と他側対照耳との loudness balance で求めたが、その場合の使用音を短時間 (約 0.3sec 持続) の short tone impulses の左右交互断続音で行うときと、連続する持続音で行う場合との疲労効果の相異を研究報告した。更に recruitment 現象に言及して、recruitment 現象の検査法において、使用する音は短い持続の刺激を用いるべきであり、長時間の刺激を使うと順応又は疲労によつて、現れるはずの recruitment 現象の発現を不明瞭にする事を注意して、この観点から多くの研究者の recruitment に関する結果の相異を説明した。

Larsen, B. (1953) はその職業性難聴に関する系統的な詳細な論文の中で聴覚疲労について次のように述べている。即ち Peyser 等の方法を騒音労働に適する個体の選別にすゝめるにはなお疑問の点があり、未だ信頼できる予言的検査は無く、又例え予言的検査ができたとしても、susceptible individual の数は余りにも多すぎるであろうと言ひ、結局定期的な control examination と結びつけられた pre-employment examination が実地的な方法であるとして、聴覚疲労検査の予言性と実用に懐疑的であつた。

Sheykhon, F.D. (1953) は閾値上 25db 持続 1~3 分という弱刺激を負荷して聴覚の回復時間を測定して難聴の鑑別診断を試みた。Pestalozza, G. (1953) も順応検査の難聴鑑別診断における実用的価値を唱えた。彼は、疲労と順応とははつきり異つた別の現象であるとの立場をとつて論じた。

Flottorp, G. (1953) は耳が強い純音で刺激せられる時、ある人々は刺激音に加うるに、更に別の異つた音を感じ、それは、beats, roughness, double tone 等の形で存在する (diplacusis monauralis dysharmonica) と言ひ、又、刺激音が去つた後に一種の耳鳴である所の after tone が呼びおこされることを述べ (diplacusis

monauralis echotica), 音響刺激による感覚の質的变化を研究した. Hughes, T.R. (1954) は適当な刺激の後には聴覚の最小可聴値が下降することがあることを観察して, それを聴覚の sensitization と呼んだ.

Harris, J.D. (1954) は聴覚疲労検査で閾値上昇後, その回復時間の延長するものは強音に対して脆弱性を有すると言ひ, 聴覚疲労検査が音響受傷性の一指標となりうることを暗示した.

Palva, T. (1955) は刺激後聴覚疲労と recruitment との関係を研究した. 又, 刺激中の順応による音の大きさの損失の発現は従来いわれている程多いものではないが, その発現は recruiting perceptive deafness と関連しているようだと言っている.

Jerger, J.F. and Carhart, R. (1955) は従来不明である所の聴覚疲労検査結果と noise susceptibility との相関関係について貴重な実験を行つてこれを検討した.

Tolhurst, G.C. (1956) は聴器を強い雑音に暴露した後の純音聴力閾値の変化のみならず, 語音明瞭度の変

化を究明した.

翻つて本邦においては, 名大後藤教授 (1951) は, 我が国において最も初期に聴覚疲労検査を一連の聴力検査の一つとして採用して実施した. 中村, 小西等 (1955) は海溟を用い, 音響刺激後の内外リンパ間の直流電位, インピーダンス及び蝸牛電位を測定して, 疲労適応現象の本態を毛細胞膜のイオンの拡散の増加と膜荷電の減少から説明した.

原田 (1956) は 110db 以上という強大な純音, 騒音への暴露実験を行い, 一時的の聴器障害を惹起させて変化の生じたオーディオグラムを主に静的に観察分析して, 職業性難聴等における音響受傷性の問題の基礎的実験を行つた.

中村 (賢) (1956) は正常人について聴覚疲労実験を施行し, 聴覚疲労検査は刺激前後の可聴閾値の変動だけでは不十分だとして, 疲労回復曲線を時間的に追跡してこれを動的に観察し, その曲線を 2 型に大別した. 而して生理的負荷と病的負荷との境界は 3000cps, において 80~90db にあることを示した.

第2編 正常耳における聴器疲労現象

第1章 緒言

前編に述べた如く 正常聴力耳における聴覚疲労現象の研究は既に多数の研究者によつて, 詳細に行はれて来ているが, これは一つには, 聴覚生理学上の基礎的研究として意義があり; 本現象は, 聴覚の recruitment 現象や遮蔽現象等と共に, 極めて複雑な聴覚生理を究明する上の一つの手懸を与えるものであつて, その臨床的応用という実用面を別にしても大きい意義を有する.

一方, 人間の音響感受性の大小を知る検査方法として, ひいては, 職業性難聴の予防の可否という重大な社会問題との関連性において意義が深い. 重要な職業病である所の音響性外傷による職業性難聴は, 現在なおその治療はほとんど絶望的であるので, 職業性難聴の予防は緊急なる問題であつて, 強音源の改善や防音吸音設備, 耳栓の研究等と並んで, 個体の音響受傷性の予知の可能性について数年来検討が行はれて来ている.

私は本編において正常人を対象として聴覚疲労現象を研究し, 刺激音, 検査音の種類や強さの変化による色々の組合せについての本現象の現はれ方や, あるいはその個人差の問題を考察し, 第3編の難聴耳の疲労現象研究の基礎となるべき種々の測定を行い, 又聴覚疲労検査の音響感受性検査としての意味について検討を加えたので

報告する.

第2章 研究対象並に研究方法

第1節 研究対象

第1編に記述した研究対象中の聴力正常者を選んだ. 研究対象の聴器聴力に異常が無いことを確めるために特に次の諸点に留意して選抜を誤まらないようにした.

- 1) 既往歴を調査して耳に疾患が無いこと.
- 2) 鼓膜の耳鏡の所見, 耳管通気度が正常であること.
- 3) オージオメーターによる聴力像が正常であること.

第2節 研究方法

第1項 音源及び検査室

第1篇に記述した如くである.

第2項 検査方法

刺激音には純音又はサイラトロン雑音を使用し, 検査音には純音を用いて, 正常人の聴覚疲労を研究した. この場合, 聴覚疲労発現の主要な条件は, 刺激音の周波数 (雑音であれば周波数成分), 強さ, 持続時間, と検査音の周波数及び被検者の感受性である. そこで刺激音や検査音のこれ等の条件を種々に変化した場合の組合せにおける聴覚疲労の大きさや回復経過等を検討した.

検査に先だつて, 被検者に十分本検査の手順の要旨を納得させておいてから施行した.

聴覚疲労をひきおこさせるための刺激音を与える前に、検査音の最小可聴閾値をオーディオメーターで測定するのであるが、それには上昇法を用い、数回反復して確実に聞える最小レベル値を採った。この値が、音響刺激負荷前後の聴力変動の基準になり、又聴覚疲労回復時間測定のリバウンドとなるのであるから、この検査音最小可聴閾値を疲労検査直前に先づ正確に決定した。しかる後に、一定の強さで、定められた持続時間の間、刺激音（負荷音）を被検耳に与えた。そして、その刺激音の断絶直後から、試験音の最小可聴閾値測定を、一定の時間隔をおいて続行した。この検査音の閾値測定にはインターラプターを使用しない上昇法によった。

聴覚疲労検査の疲労回復経過を図示するには横軸に刺激音断絶後の時間経過を、縦軸に検査音の最小可聴閾値の変動値（検査音の刺激前閾値と刺激後閾値との差）をとり、各時間におけるそれ等の点を結んで疲労回復曲線をつくり、これによつて、聴覚疲労の大きさや型を観測することができる。

聴覚疲労を惹起した場合、一般に刺激音断絶直後数秒乃至10数秒間は急峻な曲線をもつて急激に回復に向うので、刺激直後の検査音聴力閾値を一定の条件で正確に

で敏速に反応できる場合や、被検者が検査自身であれば、刺激断絶後数秒から、かなり細かく検査音聴力閾値を追求してゆくことができるが、普通には刺激音断絶後10～15秒の点において刺激後最初の検査音聴力閾値を求めるのが実施上便利であつた。従つて私の疲労検査における刺激直後の聴力は大部分刺激断絶後約15秒経過せる時の検査音最小可聴閾値である。それでもなお、一つの聴覚疲労検査の手順において、被検者の刺激直後の検査音聴力閾値検査時間が遷延して、刺激中止後30秒も経過してからやつと最初の検査音聴力閾値を得ることも時々あつた。刺激後の検査音聴力閾値測定の時間間隔は主として刺激音断絶後15秒、30秒、1分、1分30秒、2分、3分、5分、7分、10分、……とした。聴覚疲労現象の研究や聴覚疲労検査において、聴覚疲労を出現させるための刺激音の種類、大きさ、持続時間や検査音の選び方は研究者によつて種々異つてゐるが、その中の主要なものを参考のため表示すると第1表の如くである。

第3章 研究成績

聴覚疲労現象発現の型や、大きさは、既述の如く、疲労検査時の次のような諸要素によつて変化するのであるが、これ等の条件が種々になる場合の組合せは極めて夥しい数に上ることがわかる。この事が、本現象の測定結果が研究者毎に相当まちまちであつて、聴覚疲労検査を困難、複雑なものにしている一因である。

- 1) 刺激音の周波数（noise ではその周波数成分）
- 2) 刺激音の強さ
- 3) 刺激音の持続時間
- 4) 検査音の周波数
- 5) 被検者聴器の刺激音に対する反応

そこで、これ等の諸要素の中の一部を変化せしめて、他の要素を一定に保つ場合に、その変化要素と、その場合の聴覚疲労の大きさとの相関関係に就いて検討を加えたのである。

この場合、聴覚疲労の量の変化は、普通既述の如くに、刺激断絶直後の検査音最小可聴閾値の変動か、聴覚疲労回復時間で表現せられるが、疲労耳の他側耳に対する Loudness 変化でしらべたり、両耳聴時の音像の位置、大きさの変化で追求することもできるが、しかし乍ら、これ等の聴覚疲労の大きさの指標となるものが夫々皆本質的に同一のものを表現しているとは考えられぬし、量的にも常に平行するとは限らない点は注意を要す

第 1 表

研究者	刺激音	検査音
Jerger	3000CPS 100db SPL 1 min	4500CPS
Hughes	500CPS	500CPS
Hirsh	500, 1000, 2000, 4000CPS 120db SPL 3 min	350~8000CPS
Wilson	2048CPS 80db 5 min	4096CPS
Peyser	1024CPS 100db 3 min	1024CPS
Larsen	2048CPS 100db 5 min	3000CPS
Szpunar	1000CPS 80-90 3-6 min	$\frac{1}{2}$ -1-2 octave above
Causse and Chavasse	1000CPS 30-40db	1000CPS
MacFarlan	25db above threshold 3 min	Same frequency
Shaykhon	25db above threshold 1-3 min	Same frequency
Harris	80db 5 min	Same frequency 34 second pulses
Theilgaard	1024CPS 100db 5 min	1536CPS
Kilm	2048CPS 80db 5 min	2048CPS
Huizing	2000CPS 3 min 30db above threshold	2000CPS
Davis	500, 1000, 2000, 4000CPS 110-120-130db 1-64 min	audiogram の変化
原田	500-4000CPS 110db 5 min 8000CPS 95db 10 min	audiogram の変化
河村(進)	2000CPS 100db 2 min	2000CPS
中村(賢)	3000CPS 95db 5 min	4000CPS

得ることは仲々困難であつて、被検者が検査によく馴れ

る。又 5) の因子は、個体差もあり、又同一人にあつても、検査時の聴器、身体の状態等複雑な要素に左右せられるものである。

第 1 節 刺戟音と検査音とが同一周波数の場合における聴覚疲労効果

刺戟音と検査音が同じ周波数の場合に刺戟音の強さを一定に決めて、周波数のみ変化させる場合に聴覚疲労がいかに変化するかを検討した。周波数は 250cps, 500cps, 1000cps, 2000cps, 3000cps, 4000cps, 8000cps の 7 種類について、閾値上 50db, 80db, 100db の強さで各 5 分間刺戟した結果は第 2 表に示す如くであつた。左側 A 欄の値は、刺戟直後、すなわち刺戟音断絶後約 15 秒後における検査音最小可聴値変動値 (db 単位) であり、右側 B 欄は聴力回復時間である。

表の如く、1000cps 以下においては聴覚疲労は極めて小さく、1000cps から聴覚疲労現象はやゝ著明となり 2000cps 以上において一般に大きい値を示している。聴

第 2 表
(その 1)

刺激音 閾値上 100db	250 cps	500 cps	1000 cps	2000 cps	3000 cps	4000 cps	8000 cps											
姓 名 年令	A	B	A	B	A	B	A	B										
1 山○謙○ 26	5	1	5	1	10	1	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2
	0	5	30	5	1	10	30	5	1	10	2	5	2					
2 大○和○ 29	0	10	1	10	30	10	1	10	2	15	3	10	2					
	5	30	5	1	10	30	10	1	10	3	10	3	10	1	5			
3 前○和○ 48	0	5	30	5	1	5	1	10	1	5	15	5	2					
	0	6	5	15	5	15	10	1	10	2	5	1						
4 三○治○ 25	0	5	1	0	10	2	15	5	15	5	5	1						
	0	5	1	5	15	15	1	20	3	15	5	5	1					
5 坂○三○ 32	5	5	5	3	5	1	5	30	5	15	20	7	10	7				
	5	7	5	2	10	5	10	5	15	15	5	15	5					
6 橋○俊 24	5	5	5	10	3	5	2	0	5	1	10	3						
	5	1	0	5	3	5	2	5	1	10	2	10	3					
7 松○衛 20	0	0	5	2	5	15	5	1	10	2	10	3						
	0	0	5	15	5	15	5	15	10	3	5	3						
8 谷○伸郎 24	5	3	10	3	15	3	10	1	10	3	10	5	15	5				
	5	3	5	5	0	10	15	0	5	15	7	10	5					
9 飯○義 34	0	0	5	1	10	15	10	2	20	10	5							
	0	5	1	5	1	5	1	5	2	10	3	10	3					
10 中○義 26	10	15	5	30	10	2	10	1	10	2	5	1	0					
	5	2	5	1	10	15	15	15	3	15	3	10	15					

(その 2)

刺戟音 閾値上 80db	250 CPS	500 CPS	1000 CPS	2000 CPS	3000 CPS	4000 CPS	8000 CPS	音											
								姓	名										
1	鈴	○	広	18	0	0	0	0	5	30	5	30	0	5	30	0	5	30	0
2	新	○	昭	○	42	5	30	5	30	5	30	10	1	10	1	10	2	5	30
3	横	○	信	○	19	0	0	0	5	30	10	30	15	2	10	30	0	5	30
4	石	○	英	○	22	0	10	30	5	30	0	5	30	5	30	5	30	0	5
5	和	○	昌	○	32	0	0	0	5	30	10	1	5	1	0	5	30	10	30
6	野	○	昌	○	41	5	30	0	10	1	5	30	5	30	10	30	10	30	5
7	木	○	洋	○	32	0	0	0	0	10	30	10	1	10	1	10	1	5	30
8	永	○	実	○	33	0	0	0	10	30	5	30	5	1	10	30	10	30	5
9	小	○	正	○	45	0	0	0	0	0	10	2	5	30	0	5	30	0	5
10	大	○	文	○	31	5	30	5	1	5	30	10	1	10	30	10	30	5	1

(その 3)

刺激音 閾値上 50db	250 CPS	500 CPS	1000 CPS	2000 CPS	3000 CPS	4000 CPS	8000 CPS							
姓 名 年令	A	B	A	B	A	B	A	B						
1 天○俊○ 22	0	0	0	0	5	30	5	30	0					
	0	0	0	0	0	0	5	30	0					
2 伊○治○ 25	0	0	5	30	5	1	10	1	5	1	5	30		
	0	0	0	5	30	5	30	0	0	5	30	0		
3 竹○淳○ 19	0	0	0	0	5	30	5	30	5	30	5	30		
	0	0	5	30	5	30	5	30	10	30	5	30		
4 菅○忠○ 37	5	30	0	0	0	5	30	5	30	5	1	5	30	
	0	0	5	1	0	5	30	5	30	0	0	5	30	
5 坂○一○ 34	0	0	0	5	30	5	1	5	1	5	1	5	30	
	0	0	0	0	0	0	5	30	0	0	0	5	30	
6 原 ○代 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	5	30	0	0	0	0	0		
7 早○三○ 31	0	0	0	0	0	5	30	10	30	5	30	5	30	
	0	0	0	0	0	0	5	30	5	30	5	30		
8 水○加子 21	5	30	5	30	5	30	0	10	30	10	30	5	30	
	0	5	30	5	30	5	30	5	30	5	30	0		
9 中○敬○ 24	0	0	0	0	0	5	30	5	1	5	1	5	30	
	0	0	5	30	5	30	5	1	5	1	5	1	5	30
10 山○ 哲 24	0	0	0	0	0	0	5	30	5	1	5	1	5	30
	10	30	0	0	5	30	5	30	5	30	5	30	5	30

覚疲労回復時間は必ずしも検査音閾値変動値と平行しないけれども、大体同じ傾向を表はしている。

刺戟音の強さが 100db に増大すると 250cps, 500cps の低音においても相当疲労を見るようになるが、この低音部においては聴覚疲労が発現する者と発現しない者との個人差がかなり大きいのである。又低音刺戟では聴覚疲労後の検査音閾値変動値即ち聴力低下は高音よりも少ないけれども、高音よりも不快感眩暈感を訴えることが多い点が注目せられた。

刺戟音と検査音と同一周波数の場合の刺戟の強さ、何刺戟時間、疲労効果の関係は第 3 表の如くであつた。縦に刺戟時間の変化、横に刺戟音の強さの変化をとり、表中に検査音の刺戟直後閾値変動を db 値で記した。

第 3 表 刺戟音と検査音が同一周波数の場合の刺戟の強さ、刺戟時間、疲労効果の関係 (単位 db)

刺戟音及び検査音が 500cps の場合

時間	強さ	50 db	80 db	90 db	100 db
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	5	5
4	0	0	0	5	5~10
5	0	0	0	5	5~10

(2) 刺戟音及び検査音が 1000CPS の場合

時間	強さ	50 db	80 db	90 db	100 db
1	0	0	0~5	5	5~10
2	0	0	0	5	10
3	0	0	5	5~10	10
4	0	0	5	5~10	10~15
5	0~5	5~10	10	10~15	

(3) 刺戟音及び検査音が 4000CPS の場合

時間	強さ	50 db	80 db	90 db	100 db
1	0	0	5	5~10	
2	0	0	5	10	
3	0	0~5	5~10	10	
4	0~5	5	5~10	10~15	
5	5	10	10	15	

第 2 節 刺戟音と検査音の周波数が異なる場合における聴覚疲労効果

ある周波数の純音によつて一定音圧一定時間刺戟を加えた場合に、他の周波数の音の最小可聴閾値にいかなる影響を及ぼすかを検索したのである。正常聴力者について、刺戟音が夫々 500cps, 1000cps, 3000cps の場合の他の周波数検査音の刺戟直後最小可聴値変動値を求めた

結果は第 4 表に示した如くである。刺戟の強さは、すべて聴力閾値上 80db 刺戟時間は 5 分間である。聴覚疲労現象には刺戟条件が全く同じであつても相当の個人差が認められるが、一般的に刺戟音の周波数よりも低い音に対しては疲労効果はほとんど無いが極めて少なかつた。表中左欄 A は刺戟断絶後 15 秒における検査音最小可聴値変動値であり、右欄 B は聴覚疲労回復時間である。

第 4 表

(1) 500CPS 80db 5分刺戟の他の周波数の検査音の疲労効果

番号	姓名	性別	250 CPS	500 CPS	1000 CPS	2000 CPS	4000 CPS
1	古○礼○	24 女	0	0	0	0	0
2	中○恒○	34 男	0	0	0	0	0
3	山○正○	37 女	0	0	0	0	0
4	柴○繁○	21 男	0	0	0	0	0
5	中○義○	26 男	0	0	0	0	0

(2) 1000CPS 80db 5分刺戟の他の周波数の検査音の疲労効果

番号	姓名	性別	250 CPS	500 CPS	1000 CPS	2000 CPS	4000 CPS
1	古○礼○	24 女	0	0	0	0	0
2	中○恒○	34 男	0	0	0	0	0
3	山○正○	37 女	0	0	0	0	0
4	柴○繁○	21 男	0	0	0	0	0
5	中○義○	26 男	0	0	0	0	0

(3) 3000CPS 80db 5分刺戟の他の周波数の検査音の疲労効果

番号	姓名	性別	250 CPS	500 CPS	1000 CPS	2000 CPS	4000 CPS
1	古○礼○	24 女	0	0	0	0	0
2	中○恒○	34 男	0	0	0	0	0
3	山○正○	37 女	0	0	0	0	0
4	柴○繁○	21 男	0	0	0	0	0
5	中○義○	26 男	0	0	0	0	0

一方刺戟音よりも周波数の大きい音、特に刺戟音の 1/2~1 オクターブ上の近辺の周波数に対して強い聴覚疲労を惹起す傾向にあり、更にそれよりも高音に及ぶに従つて聴覚疲労効果は次第に小さくなる傾向がある。刺戟音、検査音が同一周波数の場合にも同様であつたが、聴覚疲労現象の出現は 3,000cps~4,000cps 附近の周波数音の刺戟が最も効果的であることがわかる。この事実は騒音難聴や種々の神経難聴が 4000cps 前後の部分の難聴から始まることが多いことと本質的に何等かの関係があるかも知れぬと考へられる。又聴覚疲労現象における刺戟音の他の周波数最小可聴閾値への影響は、音響が低音を mask し難いが高音を mask し易いという masking effect によく類似する点も興味ある所である。

125cps, 250cps 等の低音の刺戟では聴覚疲労効果は

高音に比較して極めて少いのである。しかし乍ら、本研究当初に、マグネチックレシーバー使用により低音負荷を行つた時にしばしば大きい聴覚疲労を惹起したが、その音響を分析すると 125cps, 250cps において旧式オーディオメーター附属のマグネチックレシーバーからは多数の高調波が出ておつて、基本波よりも高調波の成分が遙かに大きく歪率 70% から 250% に及んだ音もあつたためと考へられた。特に 125cps は歪む場合が多いために本研究においては 125cps 音は刺激音にも検査音にも採用せぬこととした。

次にある一定周波数の刺激音が他の種々の周波数の検査音に及ぼす聴覚疲労効果について、刺激音強度の増加による変化を観察した。刺激音は 500cps, 1000cps, 3000 cps の三種類を選び、刺激時間は一律に 5 分間とし刺激の強さを 80db, 90db, 100db と増加した場合の疲労効果変化は第 1 図の如くである。縦軸の方向に検査音最小可聴値の刺激断絶直後 15" における変動値をとつた。

第 1 図

500cps には 80db 程度の刺激では疲労効果が小さいが、次第に刺激の強さを大きくすると各周波数の検査

音への疲労効果は高音の方まで広がるが最小可聴値の変動は余り大きくはないのである。1,000cps 刺激の場合、1,000cps 以上の高音に聴覚疲労を見るが、500cps 以下の低い周波数の検査音に対してはほとんど疲労効果を見ないのである。

3,000cps 刺激の場合それよりも高音側に相当大きい疲労効果を与えており、特に検査音 4,000cps に対しては著明に大きい疲労効果を現はし、更に 8000cps 検査音に対しても相当の疲労効果を与えている。一方低音域への疲労効果は検査音 2,000cps に対しては僅か乍ら効果を与えているが、1,000cps 以下に対してはほとんど効果を見なかつた。

第 3 節 騒音刺激による聴覚疲労現象

本節においては、雑音刺激による負荷が純音聴力に及ぼす聴覚疲労現象について検討を加へた。先ず 5 人 10 耳についてオーディオメーター附属のマスクング用白色騒音を音源として騒音負荷による聴覚疲労効果とその回復を観察した。即ち先づ 4,000cps における最小可聴閾値を測定したる後騒音用レシーバーを装着、90db 騒音 (最小可聴値を 0db としたる音圧 db 値) 5 分間の負荷を与へたる後、真ちに純音レシーバーに切り替えて刺激後の 4,000cps 閾値変動を時間経過を追跡測定し、その

第 5 表 (A)

(1) 戸○英○ (22才)

		V	15'	30'	1	1.5'	2'	3'	5'	7'
P	R	0	15	10	10	10	10	5	5	0
	L	0	15	10	10	10	5	5	5	0
N	R	0	5	0	0	0	0			
	L	0	5	0	0	-5	-5			

(2) 鈴○広 (18才)

		V	15'	30'	1	1.5'	2'	3'
P	R	0	15	10	10	5	0	0
	L	0	10	10	10	5	0	0
N	R	0	5	5	0	0	0	0
	L	0	5	5	0	0	0	0

(3) 和○昌○ (32才)

		V	15'	30'	1	1.5'	2'	3'	5'	7'	10'
P	R	0	25	10	10	10	10	5	5	0	0
	L	0	20	15	10	10	10	5	5	5	0
N	R	0	10	5	5	0	0	0	0	0	0
	L	0	10	10	5	0	-5	0	0	-5	-5

(4) 小○正 (45才)

		V	15'	30'	1	1.5'	2'	3'	5'
P	R	0	10	10	5	5	0	0	0
	L	0	10	10	10	5	0	0	0
N	R	0	5	5	0	0	0	0	0
	L	0	5	5	0	5	0	0	0

(5) 大○文○ (31才)

		V	15'	30'	1	1.5'	2'	3'	5'	7'	10'
P	R	0	20	15	15	10	10	10	5		
	L	0	2	10	10	5	5	5	0		
N	R	0	10	5	0	0	0	0	0		
	L	0	5	5	5	0	0	0	0		

第 5 表 (B)

1) 刺激音 3000 CPS 90db 刺激時間 5分

検査音 4000 CPS

山口謙 (26才) 右耳

	▽	15'	30'	1'	2'	3'	5'	7'	10'	15'
△	0	20	15	10	10	10	5	5	5	0
□	0	20	10	10	10	5	5	5	5	0

橋本俊 (24才) 左耳

	▽	15'	30'	1'	2'	3'	5'	7'	10'	15'
△	0	15	10	10	10	10	5	5	5	0
□	0	15	5	10	10	10	5	5	0	0

松岡衛 (20才) 右耳

	▽	15'	30'	1'	2'	3'	5'	7'	10'	15'
△	0	15	10	10	10	10	5	5	0	0
□	0	15	10	10	10	10	5	5	0	0

2) 刺激音 3000 CPS 90db 刺激時間 1分

検査音 4000 CPS

山口謙 (26才) 右耳

	▽	15'	30'	1'	1.5'	2'	3'	4'	5'	6'	7'
△	0	10	5	5	5	5	5	0	5	0	0
□	0	5	5	0	0	5	5	0	0	0	0

橋本俊 (24才) 左耳

	▽	15'	30'	1'	1.5'	2'	3'	4'	5'	7'	9'
△	0	15	5	5	5	10	5	5	5	5	0
□	0	10	5	5	0	5	5	0	0	0	0

松岡衛 (20才) 右耳

	▽	15'	30'	1'	1.5'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
△	0	10	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0
□	0	5	5	5	0	5	5	0	0	0	0	0	0

3) 刺激音 3000cps 90db 刺激時間 30 秒

検査音 4000cps

山口謙 (26才) 右耳

	▽	15'	30'	1'	1.5'	2'	3'
△	0	5	5	5	0	5	0
□	0	10	5	0	0	0	0

橋本俊 (24才) 左耳

	▽	15'	30'	1'	1.5'	2'	3'	5'
△	0	10	5	5	5	5	0	0
□	0	5	5	5	0	0	0	0

松岡衛 (20才) 右耳

	▽	15'	30'	1'	1.5'	2'	3'	4'	5'
△	0	10	10	5	5	0	5	0	0
□	0	5	5	0	0	0	0	0	0

純音刺激の場合 (刺激音 3,000cps, 80db, 刺激時間 5 分, 検査音 4,000cps) と併記比較した結果を第 5 表 (A) に記す。即ち P は純音刺激の場合, N は騒音刺激の場合, V を刺激前検査音閾値としたときの刺激後 15', 30', 1', の検査音閾値変動値 (単位 db) を記載してある。全例を通じ白色騒音による疲労効果は純音による疲労効果よりも小さい値を示した。而して第 1 例の 1.5 分以後と第 3 例の 2 分以後とにおいて検査音最小可聴閾値

が刺激前閾値よりも 5db 小さくなっていることが注目せられる。

次に白色騒音による聴覚疲労効果の検査音周波数による変化を測定した。刺激音源には同じくオーディオメーターのマスクング用白色騒音を用い、110db 迄の強大音を得るために増幅器と減衰器を通してレシーバーから検耳に導入した。刺激騒音は、強さ 80db, 90db, 100db, 110db の四種類の場合について施行、刺激時間はすべて 5 分、検査音周波数は 250cps, 500cps, 1,000cps, 2,000cps, 4,000cps, 8,000cps の 6 周波数について施行した。即ち各強度の騒音刺激負荷の手順を一つの検査音周波数毎に行つてその刺激断絶直後 15 秒の検査純音閾値変動値を縦軸に db 単位でとつて記した結果を第 2 図に示す。同一被検者において、疲労性の加重や残存に依る影響を防ぐため、検査の間には十分の休息時間を置いた。

第 2 図

thermal Noise による聴覚疲労周波数特性

—○— 110 db noise 刺激 刺激時間 5 分
 ---x--- 100 db " " "
△..... 90 db " " "
 —●— 80 db " " "

1) 鈴 広 (18才)

2) 松岡衛 (20才)

3) 大文 (31才)

騒音 80db 刺激ではほとんど疲労効果無く、90db 刺激でわずかに効果が出現し、100db 刺激において 3 例ともに 1,000~4,000cps 範囲に 5~10db の疲労効果を、110db 刺激で同じ周波数範囲に 10~15db の疲労効果を見た。

全例を通じて 250cps, 500cps には 5db 以上の疲労

効果が出現せず、8000cps に対する疲労効果は 1,000～4,000cps に対する効果に比して、小であつた。

増感現象

本節の騒音刺激の場合の検査音において刺激後の閾値がその刺激前閾値よりも 5db 小さくなっているものがあるが、これはいはいゆる増感現象 (Sensitization) と考へられる。この現象は適当なる騒音刺激で時々発現するが、純音刺激においても時に経験するのである。この現象観測の場合、それが刺激前後の検査音閾値測定上の誤差であることを否定するためには、刺激前検査音閾値は数回繰返して正確に決定せねばならない。この点を十分配慮してもなお明確に本現象の発現を経験するのである。臨床検査上本現象発現例を 2～3 図示すれば第 3 図の如くである。第 1 例は本節の白色騒音刺激後に発現するものであつて、30 秒乃至 1 分後に一旦刺激前閾値に回復したる後 1.5 分以後閾値が 5db 下降している。第 2 例は 4,000cps 刺激後 2,000cps において刺激断絶 1 分後から閾値が 5db 小さくなっている。即ち感受性が増大しているのである。既述せる如く 4,000cps 刺激はそれより低域にある検査音 2,000cps に対しては普通ほとんど疲労効果を持たぬのであつて本例にあつても刺激断絶後 15 秒 30 秒において検査音閾値は刺激前と変動し

第 3 図

- 1) 右○英○(22才)♂左耳
刺激音 90 db 白色騒音 5 min.
検査音 4000 CPS

- 2) 篠○富○志(24才)♂左耳
刺激音 4000 CPS 80 db 5 min.
検査音 2000 CPS

- 3) 山○嶺○(26才)♂右耳
刺激音 3000 CPS 80 db 5 min.
検査音 4000 CPS

ていないのであるが 1 分経過後から閾値が 5db 減少して来ているのである。第 3 例は 3,000cps 純音負荷後検査音 4,000cps の閾値は 1.5 分で一旦回復後、刺激前閾値より 10 分後においても、刺激前検査音閾値 0db に対して -5db であつた。

第 4 節 刺激音の与え方と聴覚疲労との関係

同一周波数で同じ強さの刺激音を与えるのに、被検者に全く音響刺激を予知せしめずに突発的に一定の強大音を与える場合と、被検者にあらかじめ音響刺激を加えることを知らせた後に、弱小音から徐々にゆつくりと音刺激を強めて行つて、同じ強さの刺激音とした後同時間刺激する場合との聴覚疲労の現はれ方について比較考察した。

即ち (A) は刺激を被検者に予知せしめずに全く突発的に P の強さで時間 t の間与える場合で

与えた例であり、(B) はあらかじめ強大音響が与えられることを知らせた後に音の強さを約 15 秒間に、0 レベルから次第に徐々に強くして (A) と同じ強さに達したる後 (A) と同じ強さ P で同時間 t の間刺激せる後の聴覚疲労とを比較検討したのである。

この目的のために、刺激音 3,000cps, 90db, 検査音 4000cps を選び、刺激時間は 30'', 1', 5' の三種の場合について、(A), (B) 二つの場合の聴覚疲労効果を比較した。第 5 表 (B) にその結果を併記した。

即ち実験結果によると、(B) の方が実際には、約 15 sec の初期刺激の間だけ (A) よりも刺激量が多いにもかかわらず、これがむしろ聴器を馴らす結果となるためか、(A) の方が (B) よりも刺激後の聴覚疲労効果の大きいことが多く、特に短時間刺激の場合の方がこの差異は著明であつて、5 分間刺激の場合は余り著しい差異は無くなつて来ているのである。即ち短時間の強大突発音が予報されずに与えられる時は、予め知らされ漸増された音より疲労効果が大きい傾向にあることを知った。突発音

が強大な場合不快な感じを惹起するので、私の実験の他のすべての場合、条件を一定にするために刺激音負荷の与え方は、強い刺激音が耳に与えられることをあらかじめ被検者に説明した後に数秒間の間に次第に 0db より所定の音圧まで音を増強した後必要なる刺激時間だけ音響刺激を加えるようにした。

第 6 表

番号	姓 名	年齢	性別	V	1	5	30	1	15	2	3	5	7	10	備 考	聴覚の回復時間
1	天○俊○	22	R	0	15	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
2	大○ 俊	50	R	0	20	15	10	10	10	5	5	5	5	5		II+IV
3	紫○ 鉄	21	R	0	15	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
4	古○礼○	24	R	0	15	10	10	10	5	5	5	5	5	0		I
5	山○正○	37	R	0	15	10	10	10	10	10	5	5	0	0		I
6	中○恒○	34	R	0	15	10	10	10	10	5	5	5	5	0		I
7	中○義○	26	R	0	15	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
8	橋○ 俊	24	R	0	20	10	10	10	15	10	5	5	5	5	0	II
9	坂○三○	32	R	0	25	15	10	10	10	10	10	5	10	5	0	IV
10	飯○義○	34	R	0	20	15	10	10	10	10	5	5	5	0		I
11	原○ 代	20	R	0	15	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
12	竹○孝○	19	R	0	15	10	10	10	10	10	5	5	5	0	0	III
13	坂○一○	34	R	0	25	15	10	10	10	10	5	10	5	5	0	II+IV
14	山○ 哲	24	R	0	10	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
15	三○治○	25	R	0	25	15	10	10	10	5	5	5	10	5	0	II
16	松○ 衛	20	R	0	20	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
17	前○和○	48	R	0	15	10	10	10	10	5	5	5	0	0	0	II
18	谷○伸○	24	R	0	25	15	10	10	10	10	5	10	5	5	0	IV
19	大○十○	29	R	0	15	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
20	中○敬○	24	R	0	10	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
21	早○三○	31	R	0	15	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
22	伊○治○	25	R	0	20	15	10	10	10	10	5	5	0	0	0	II
23	野○昌○	41	R	0	20	15	10	10	10	10	5	5	5	5	0	II+IV
24	山○謙○	26	R	0	10	10	10	10	5	5	5	0	0	0		V
25	菅○忠○	37	R	0	20	15	10	10	10	10	5	5	0	0	0	I
26	木○洋○	32	R	0	25	15	10	10	10	10	5	5	5	10	0	II
27	水○か○	21	R	0	10	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
28	大○文○	31	R	0	20	15	10	10	10	10	5	5	5	0		III
29	小○ 正	45	R	0	10	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
30	和○昌○	32	R	0	20	15	10	10	10	10	5	5	5	0	0	IV
31	新○昭○	42	R	0	20	15	10	10	10	10	10	10	10	10	0	IV
32	横○信○	19	R	0	25	15	10	10	10	10	5	5	5	5	0	IV
33	鈴○ 広	18	R	0	15	10	10	10	5	5	5	0	0	0		I
34	石○英○	22	R	0	15	10	10	10	10	5	5	5	0	0	0	V
35	永○ 実	33	R	0	25	15	10	10	10	10	5	5	5	0	0	II

第 5 節 聴覚疲労現象の個体差

聴覚疲労現象には個人差が相当大であることは諸研究者によって認められているが、本節においては疲労現象発現の条件を一定にした場合の正常人 35 人 70 耳の聴覚疲労の統計的観察、個人差の問題、聴覚疲労回復曲線の型の分類等について検討を加えたのである。検査条件は聴覚疲労を最も容易に大きく発現し易く比較検討を明確にさせるため、刺激音 3,000cps, 刺激時間 5 分、検査音 4,000cps, を用いた。各被検者毎に刺激前検査音最小可聴値 V を 0db とした場合の刺激断絶後 15" 30" 1' 1.5' 2' 3' 5' 7' 10' の検査音閾値変動値を求めて第 6 表に示した。表中 ? の記号は刺激断絶直後の検査音閾値が求め得ぬまゝに時間が経過した場合であり、数字に ? を附したるは、その閾値決定が極めて不確かであったことを示す。

刺激音 3,000cps 5 分間、検査音 4,000cps の場合しばしば刺激前閾値迄の疲労回復が 10 分以上に遷延することあり、又 5db 未満は 5db ステップオーディオメーターでは誤差範囲でもあるので、本検査においては刺激前検査閾値を 0db とする時、検査音聴力閾値が刺激断絶後 5db に回復する迄の時間を疲労回復時間として計算することとする。

例えば、表の第 2 例右耳の聴覚疲労回復曲線は次の第 4 図の如くであつて回復時間は 3 分である。

第 4 図

図の如く一般に刺激音断絶後から 20~30 秒間の疲労回復は急激であり以後次第に徐々に回復するものが多い。

疲労回復時間の長さによって 2 分迄を A グループ、2 分以上 5 分迄を B グループ、5 分以上 10 分迄を C グループ、10 分以上 D グループ、と四グループに分類すると A が 34 耳 48%, B が 25 耳 36%, C が 7 耳 10%, D が 4 耳 6% であった。

即ち 84% という大部分は 5 分以内に回復しているこ

とを知るのである。

次に刺戟断絶後 15 秒における検査音最小可聴閾値の刺戟前閾値からの変動値は 10 乃至 30db であつて、10 db が 9 耳 (13%) 15db が 19 耳 (30%), 20db が 25 耳 (40%), 25db が 8 耳 (13%), 30db が 2 耳 (4%) であつた。

次に刺戟断絶後の時間経過を横軸にとり、検査音閾値変動の db 値を縦軸にとって、刺戟直後からの聴覚疲労回復曲線を作図してその型を分類すると、大凡、第 5 図の如き諸型に分類せられた。

第 5 図 聴覚疲労回復曲線の諸型

これ等を仮に I 型乃至 V 型と称することゝすれば、I 型が 41 耳 (59%), II 型が 6 耳 (9%), III 型が 9 耳 (13%), IV 型が 8 耳 (11%), V 型が 3 耳 (4%), II + IV 型が 3 耳 (4%) である。

第 4 章 総括並考按

既述の如く、多数の研究者に依つて聴覚疲労現象が研究せられて来ているが先ずその実験手順において用いられる刺戟音の強さに関しては、大別次の三種類に分けられる。即ち非常に弱小な音刺戟によつた者には Caussé and chavasse, Mac Farlan, Sheykhon, Huizing 等があり、彼等は閾値上 25~40db 程度の弱い音を刺戟音に用いた。閾値上 80~100db の中位の強さの音刺戟によつて実験を行つた者は Jerger, Wilson, Peyser, Larsen, Szpunar, Harris, Theilgaard, 河村 (進), 中村 (賢), その他多数である。一方 Hirsh, Rawdon Smith, Davis and his associates, 原田等は 110db ~130db に至る強大音響負荷実験を行つて一時的聴力障害を惹起し、Audiogram をとつて分析検討している。Caussé 等が施行した如き 30~40db の弱小刺戟前後の検査音閾値変動は極めて小であり、回復も速かであるから、その検査音には十分の数秒、百分の数秒という短い持続音で、刺戟断絶直後からの短時間の間の閾値変動を追跡するという精細な実験設備と手順を要し、これは主としていわゆる順応現象を追究しているものと考えられる。逆に 110db 以上の強大音響刺戟は一時的聴覚

障害の Audiogram が求められ、障害の周波数特性分析には都合がよいのである。しかしかかる強大音響は病的刺戟であつて、惹起せられた聴力の変化は、聴覚疲労というよりはむしろ一時的聴器障害であり、生理現象としての狭義の聴覚疲労とはいえないもので、少くとも疲労と傷害の結びついたものであると論ずる者もある (Caussé, Wever)。私は本来の聴覚疲労現象研究には閾値上 50~100db の刺戟が好適と考へて実験に使用した。

音響刺戟後の一時的聴力損失について、疲労 Fatigue と順応 adaptation という本質的に異つた二現象があるとされているが、この両者を理論的実験的に厳密に区別して使用している者もあれば、漠然と似た意味に用いられている事もあり、甚だその定義と本質とに判然としない点がある。

van Dishoeckはこの両者の比較について、順応は聴力の最大損失が刺戟音周波数にあつて、その両側の周波数の効果が対称的であり、いかなる刺戟音の強さと周波数においても出現するとし、一方疲労は最大損失が更に高い周波数にあつて聴力損失の広がり非対称であり、その発現は強い音の長い刺戟時間後にのみおこると云つてゐる。

Harris は 300msec 持続の刺戟音の後 80msec の休息においてひきつゞき 30msec の検査音で閾値変動を検査した。又 Bentzen は 250~2000msec 持続の刺戟音直後 50msec の休息後 20~30msec の検査音でその効果を研究した。Harris はこの実験を Short-duration auditory fatigue と呼んだが、これ等の実験は Dishoeck のいう adaptation に外ならぬのである。de Maré は疲労と順応の区別は十分の幾秒とか、100 分の幾秒といった小さい単位の検査音を用いれば可能であると唱へ、前者の単位は Bekesy や de Maré 自身によつて用いられ、後者の単位は Gardner, Lüscher, Zwislöcki 等によつて使はれたと述べている。

私の本研究の主要目的の一つは臨床検査の一つとしての聴覚疲労検査の基礎的研究であるから、本実験の聴覚疲労を発現させるための刺戟や検査音測定にはオーディオメーターによつて一般外来検査として容易に施行し得る方法をとつて行つたのである。

聴覚疲労現象における刺戟音負荷の各周波数への効果に関しては、古く Rawdon Smith は 2,000cps の強大音で負荷実験を行つて 1 オクターブ高い音に強い影響を認めており、又 Davis 及びその協同研究者は閾値上

135db に及ぶ強大音負荷により刺戟音近傍及びそれより高音数オクターブに広がった所の 60db にも及ぶ聴力閾値の上昇を惹起させ、1/2 オクターブ上に最大損失を得ている。

私の検査成績も大体同様に刺戟音の約 1/2 オクターブ上において疲労効果が最大であることが多い。但し 250 cps, 500cps の低音刺戟においては比較的疲労効果は少く、次第に刺戟音の音圧を上げれば相当の疲労効果を見るに至るが、その効果の特長は全周波数域に広くひろがる傾向にある。但し、閾値上 100db という如き強大な音刺戟を加える場合、低音刺戟は高音刺戟よりも疲労効果は少いが、低音刺戟の方が不快な感じをひきおこしやすい。これは 250cps 以下のやうな低音では最小可聴閾値と不快感値との間幅が狭く、閾値上次第に音圧を増せば高音よりも速に不快閾へ近づくためと考へられる。第 1 節に述べた如く（第 3 表）一般に聴覚疲労は刺戟音が強くなる程、又刺戟時間が長くなる程大きくなる。この問題については、Hood, J.D. は生理的疲労と病的疲労とを判然と分つ所の、刺戟音の臨界強度が存在しているが、刺戟音の臨界時間というものはないといっている。

中村（賢）は、その実験結果によつて Hood の critical point 即ち、病的負荷と生理的負荷との境界は、音の強さのみでなく、負荷の持続時間をも考慮に入れねばならぬと主張している。既述の如く、聴覚疲労現象は、刺戟音の周波数、強さ、持続時間、検査音の周波数、被検耳の感受性等の多くの要因の函数として複雑なものであるから、Hood の述べる如き critical point は簡単に決定できるものではないであらう

さて第 3 節において騒音刺戟の場合に検査音閾値が下降する事があること、而して純音刺戟にても惹起される例を示したがこの増感現象には、Hughes の研究がある。彼に依れば、音響刺戟後の検査音閾値の変動には二つの異つた効果即ち Fatigue と Sensitization とが含まれており、多分両者は共存的相加的であつて、聴器が音刺戟を受ける場合この両者が色々の割合で混り合うのであり、中、高音では疲労効果が大きいことによつて Sensitization が現はれにくいと述べ、又刺戟が強くなると Fatigue の要素の方が急激に増大して、Sensitization の要素が減じて疲労がはつきりと現出するのだと述べている。私の実験例においても、増感現象をおこした例が騒音刺戟、高音による低音刺戟、聴覚疲労の回復後といったやうな聴覚疲労の極く小さい条件で起ることは上述の理論と矛盾しないのである。

第 3 節の成績の如く、白色騒音は、その音圧や Loudness が大きくても、疲労効果は純音刺戟の時よりも一般に小さく低音に対しては特に極めて疲労効果が少い。これは第 3 章第 1 節、第 2 節の成績に示す如く 1,000 cps 以下の低音は元来疲労効果が小さいのであり、又、低音は高音へ影響を与え易いが、高音は低音に疲労効果を与え難く、又オーディオメーター附属の騒音は白色騒音とは云うものメレシーバーの特性等によつて、その周波数成分は第 6 図の如く 1,000cps と 3,000cps に peak があつてその周波数特性は平坦で無く、低音における周波数成分が非常に弱小なこと等に原因しているものと推論せられる。因に、第 3 節の騒音による聴覚疲労実験に使用した白色騒音の masking 効果は第 7 図の如くであ

第 6 図 60db White Noise の周波数分析
(定査時間 120 秒)

第 7 図 オーディオメーター附属 White Noise の Masking 効果

周波数 64 128 256 512 1024 2048 4096 8192

つて、騒音の疲労効果との近似性がうかゞえるのである。

次に聴覚疲労現象は、音響受傷性の問題との関連において重視せられて来ており、聴覚疲労現象の研究の一つの意義は音響受傷の研究の基礎的実験としての意義であり、又聴覚疲労検査を利用して音響受傷性を予知できるかどうかという問題である。河田教授等は音響受傷性の人体側の条件として、自律神経の態度並に音響性鼓室小骨筋反射の防禦機能を重視し、後者の反射運動は筋の痙攣状態をひきおこして聴覚疲労が軽減せられると述べている。前章第4節の実験において、私は突発音刺激と緩和に始まる音響刺激との間に疲労効果の差異が存在することを聴覚疲労検査で知ったのである。かかる現象によつても聴器における強大音響に対する防禦機能が存在することを知ったのであるが、しかし乍ら刺激の持続が長くなるとさほど著明なる差異は認められなかった。特に短時間経過の爆発音等の場合には意識して聞くと、突然に暴露されるのとでは聴覚疲労効果に差異が大きいのであらう。

更に聴覚疲労実験において注意を要する点は、刺激の繰返しによる易疲労性の残存蓄積の問題である。例へ一つ聴覚疲労検査手順後検査音閾値が刺激前に回復しても疲労性が次第に増大することを検査時にしばしば経験する。従つて一度に多くの組合せの検査をすることは不可であつて、検査間には十分の休息を狭むことが必要となる。

Peyser は1940年に始めてオーディオメーターによる聴覚疲労検査法を提案して、聴器の音響受傷性の大小を判定しようと試み、Wilson, Theilgaard, Kilm 等がその変法を行った。Peyser の原法は、刺激音として1,000cps 100db で3分間の負荷を与えた直後、同じく1,000cps の検査音で刺激前との閾値変動値を測定して、その値が0～5db は抵抗性あり、5～10db は脆弱性の疑ひがあり、10db 以上は特に感受性が大きいとした。

Wilson は刺激音に2048cps, 80db, 5分間を選び検査音は4096cps として、その最小可聴閾値が刺激前閾値上10db 以内に回復する迄の時間を測定して、その回復時間の長さによつて、3分以上、2分以上3分未満、2分未満の3グループに分類して、3分以上を異常としたが、回復時間の異常と正常との間に明確な境界があるわけでは無いと述べている。

Pirodda は一つの周波数一つの強さの刺激による聴覚

疲労検査だけで聴覚疲労性を判定することは不十分であるが、一方刺激音検査音の種々の組合せの検査実施は、検査間の十分な休息を要し実用的にも余りに長時間かかりすぎるといつている。

Jerger (1955) は聴覚疲労検査と音響受傷との関係について貴重な実験を行った。彼の用いた聴覚疲労検査は刺激音 3,000cps 100db spl で1分間刺激後、検査音 4,500cps でその閾値が刺激前閾値に対して20db 以内に回復する迄の時間を測定した。彼は178人の正常聴力を有するジェット技術練習生に騒音中の訓練前に聴覚疲労検査と聴力検査を施行、ジェット騒音に3日間暴露後8週間に再び聴力検査を施行して、3,000cps, 4,000cps に訓練前より聴力損失を示している耳のグループは、変化無き耳のグループよりも、騒音暴露前の疲労検査において長い回復時間を示したと述べている。即ち両者間の相関係数はさして大きくはないが、統計的に有意ではあつた。しかし乍ら平均値の周囲のばらつきが非常に大きいので音響受傷性に関する各個体の予言は危険であると論じている。

さて私の実験における正常人聴覚疲労の個体差の判別を目的とする聴覚疲労検査には、刺激音 3,000cps, 刺激音の強さ閾値上80db, 検査音 4,000cps を用いた。その理由は、4,000cps が最も音響による傷害を受け易いこと、4,000cps に対しては3,000cps 刺激が最も疲労効果が大きいこと、現在普及しているオーディオメーターは最大出力が閾値上90db のものが多いこと、1000cps 以下の周波数範囲においては音響刺激時に耳内筋反射の影響がおりうると云はれていること等の理由によつた。

次に聴覚疲労検査における疲労の大きさの判定法は既述の如く多様であるが、例へば、刺激断絶直後の検査音閾値変動の大きさと、疲労回復時間の長さが必ず比例するとは限らないのである。例へば第6表において第5例右耳と第7例右耳とは刺激断絶直後の検査音閾値変動は等しいが、その疲労回復時間には大きい差がある。同じく第14例左耳と第16例右耳との間では、刺激後検査音閾値変動は前者が小さいが、疲労回復時間は前者の方が延長しているのである。

第4図によつても知れる如く、刺激断絶直後の検査音閾値は暫時急峻な曲線で回復するので、刺激直後の検査音閾値測定値はかなり不安定であるから、聴覚疲労性の比較は主に疲労回復時間によることとした。それによつて第6表の測定値を分類すれば第7表の如くである。

第 7 表

正常	A	2分まで	抵抗性大	34耳	48%
	B	2分以上 5分まで	疲労性小	25耳	36%
	C	5分以上 10分まで	易疲労性	7耳	10%
	D	10分以上	高度疲労性	4耳	6%
回復 延長					
回復 高度延長					

Hirsh は聴覚疲労において 刺戟断絶後第 1 分の 終り頃に一時検査音閾値が刺戟前閾値又はその近くまで達するが、又閾値が上昇して第 2 分の終りまでに第 2 の閾値上昇の山に達してそれから次第に刺戟前に回復することを観察してこの 2 points of low acuity は刺戟音が変っても常に同じように現れたことを述べている。これは私の実験における前章第 5 節の疲労回復曲線型分類の第Ⅱ型に相当するものと考へられるが、私の結果では、Ⅱ+Ⅳ型の類似型を含めても、かような例は第 6 表 70 耳中 8 耳に過ぎなかった。検査音にクリック音の如き短持続音を用いたり、その強さの変化を 5db ステップよりも小さくして微細な回復曲線の変化を追求すればもつと現出するものかも知れないのであるが、オーディオメーターによる臨床検査では Hirsh が云う程多くは認めないのである。

その他聴覚疲労時の耳鳴や diplacusis の問題等があるがこゝにおいてはそれ等にふれない。最後に聴覚疲労現象の発現部位に関しては諸説が唱えられて来ているが、E.G. Wever は彼の種々の実験の基礎の上に、聴覚疲労発現部位は恐らく an early neural process であらうと推論し、神経繊維の生理の上から聴覚疲労過程を説明している。Disoeck は細胞膜の分極作用と細胞の新陳代謝における変化が生理学的刺戟(約 80db 位までの)による閾値変動の原因であると述べた。de Maré は聴覚疲労は酸素の消耗と貯蔵物質の消費によるものであり、聴覚順応は細胞膜の分極とイオンの移動とに関係していると言っている。

又 Dishoeck によると本来の聴覚順応と遮蔽現象とは単一の過程の違った型にすぎぬとしている。Smith は聴覚疲労の二元的起源説を提出して、1) peripheral or cochlear と 2) central or cortical とに分けた。Kobrak 等は、聴覚疲労を 1) central type fatigue

2) peripheral type fatigue 3) auditory adaptation の三型に分類した。

de Maré は種々の実験から、聴覚疲労発現部位は electrocochlear activity と binaural localization process との間にあると結論した。Hood, J.D. は、コルチ氏器疾患者に聴覚疲労性の増大することにより、聴覚疲労は末梢聴覚機構に生ずるとの意見が強い点を指摘しているのである。

以上正常聴力者における聴覚疲労現象に関する私の実験結果に検討を加え、併せてそれ等の諸点に関する文献的考察を行った次第である。

第 5 章 結 語

35 人の聴力正常な被検者において、種々の角度から聴覚疲労現象を検討して次の如き結果を得た。

1) 刺戟音と検査音とが同一周波数の場合の聴覚疲労効果は、4,000cps において最大であり、8,000cps, 3,000cps がこれに続き、1,000cps 以下の周波数では極めて弱小であつた。

2) 刺戟音と検査音との周波数が異なる場合も、一般に 4,000cps の検査音に対して聴覚疲労効果が最大であつた。刺戟音は、その周波数よりも高音の検査音に対して大きい疲労効果を与え、刺戟音よりも低い周波数の検査音への疲労効果は極めて小であつた。

3) 白色騒音による聴覚疲労効果は、1,000~4,000cps の範囲において最大であり、8,000cps がそれに続き、250cps, 500cps に対しては僅少であつた。

4) 最小可聴閾値上同一の音の強さにおいて、白色騒音は純音よりも一般に聴覚疲労効果が小であつた。

5) 音響刺戟は時に聴覚の増感現象を惹起することがある。

6) 短時間音響刺戟の場合、刺戟音の強さは同じであっても、立上りが急な突発的の刺戟音の方が、ゆるやかに増強された刺戟音よりも聴覚疲労効果が大きい傾向を認めた。

7) 一聴覚疲労検査法によつて、正常耳聴覚疲労の個体差について検討を加へ、聴覚疲労回復曲線回復時間によつてこれを分類した。

第3編 各種難聴耳における聴器疲労現象

第1章 緒 言

前編では、正常聴力者における聴覚疲労現象を検討したのであるが、本編においては、種々の原因による難聴患者の聴覚疲労現象に関して研究した結果を報告する。聴覚疲労に関する研究は、既に述べた如く、正常耳については多くの研究がなされて来ているが、種々の疾患の難聴耳が音刺激を受ける場合、その聴覚疲労現象においていかなる態度をとるものであるかという問題については研究は極めて少いのである。依つて私は、聴覚疲労現象に関する本研究において、特にこの難聴耳における聴覚疲労に重点を置いて研究を行った。

而して、近年オーディオメーターが広く普及し、聴力検査法は急速に進歩して、聴覚の最小可聴閾値の測定のみならず、音消息子検査、耳径骨導検査、閾値上におけるフアウラー氏両耳平衡検査や DL 検査等々多くの特殊検査方法が発表使用せられており、昔日のことを思えば、難聴の鑑別診断や耳疾患の手術の適否の決定等は甚だ容易になりつつあるけれども、なお、唯一つだけの検査によって明確に難聴の原因や部位を鑑別判定できるとは限らず、幾種かの検査を施行して総合的に判断を下しているのである。特に骨導聴力は、その最小可聴閾値は正常耳においてもかなり大きい変動の幅があり、測定の条件によつて変り易く、又容易に shadow hearing をひきおこす上に、その適正な遮蔽には相当の難点が存在する等の理由から、特に難聴の病初や、軽度難聴の鑑別診断や混合性難聴の診断等で困難を感じる場合も少くないのである。ここに、気導、骨導最小可聴値測定以外の幾多の特殊聴力検査法の意義が存在するが、それ等の特殊検査の一つである聴覚疲労検査の臨床的意義について種々の検討を加え、本検査を臨床的に実際に使用する上の適切な方法を提案し、各種難聴疾患群における聴覚疲労検査結果について考究した次第である。

第2章 研究対象並に研究方法

第1節 研究対象

第1編に記述した研究対象中の各種の難聴患者計199人について研究を行った。

第2節 研究方法

第1項 音源及び検査室

第1編に記述した如くである。

第2項 検査方法

種々の型のオーディオグラムを示す難聴患者の聴覚疲労

検査施行に際し、刺激音と検査音との周波数が異ると、負荷刺激が終つてから検査音閾値測定に移る瞬間に迅速な周波数の切替が必要となり、検査手技上も甚だ困難であつて、かゝる疲労検査を数種の周波数で施行すると臨床的聴覚検査法としては複雑すぎるので、可及的簡便化をはかつて、刺激音と検査音とを同一周波数で行つた。

而して、その周波数には、500cps, 1,000cps, 4,000cps の三種類を選択した。

次に刺激音の強さであるが、それが最小可聴閾値上弱きに過ぎる時には、正常耳、難聴耳ともに疲労効果が全く認められないし、又刺激音が余りに過大にすぎれば、すべての型の難聴耳に同様な大きい聴覚疲労を惹起して、それ等の間の差異の検討が困難となり、検査間の休息時間も長時間を要し、又、オーディオメーターの出力に限度があるため検査不能例が多くなるのである。そこで、私の検査においては、刺激音の強さ…閾値上 50db 刺激時間…5 分の方法をとつた。かゝる刺激音負荷は、前編に述べた如く、正常人では刺激直後に、500cps, 1,000cps で平均 0~5db, 4,000cps で 5db の検査音閾値変動を見るにすぎぬ程度の負荷である。而して疲労回復時間は正常耳で 500cps, 1,000cps が30秒以内、4,000cps が約1分である。即ち、かゝる負荷刺激は、臨床的にオーディオメーターで正常耳聴覚疲労効果がよく認められ始める点であつて、このように弱い生理的な刺激に対して異常に大きく反応する場合を、各種難聴耳について観察した。この閾値上 50db という弱刺激でさえも、Recruitment 陽性の難聴耳にあつては、相当大きい Loudness をおこし、不快感を惹起することがあつた。

この刺激音は、最大出力が閾値上 90db の一般オーディオメーターでは検査音聴力損失 40db までが検査可能限界であるが、私の研究において、90db 以上の純音刺激が必要な場合は、既述の如くに、日本電子 AM5 型オーディオメーター、日本電子 AMIS オーディオメーター+プースター、リオン A-1004 型オーディオメーター、(CR 発振器+増幅器+減衰器+スピーカー) システム、等を適宜使用した。

上述の刺激音、検査音によつて各種難聴耳に聴覚疲労を惹起せしめて、検査音閾値変動値(刺激前と刺激断絶直後15秒における検査音最小可聴値変動値、単位 db)並に、聴覚疲労回復時間(刺激断絶後、検査音最小可聴

閾値が刺激前閾値に回復する迄の時間)を測定して、表示した。

この場合、刺激前の検査音最小可聴閾値は、数回の繰返し検査で毎回臨実に聞える点を探るように特に注意した。聴覚疲労回復時間が500cps, 1,000cpsでは1分以上, 4,000cpsでは1分30秒以上遅延せる場合を、夫々の周波数において聴覚疲労検査陽性と判定して、判定欄に+と記し、それ以内の回復時間は聴覚疲労検査陰性と判定して、判定欄に-と記載した。

第3章 研究成績

第1節 伝音系難聴における聴覚疲労検査成績

第1項 炎症を伴わない伝音系難聴(第8表)

中耳に炎症を伴わない伝音系難聴25例についてみるに、耳管狭窄症の19例においては、3周波数に疲労検査(-)のものが20耳、1周波数に疲労検査(+)のものが6耳、2周波数において疲労検査(+)のものが1耳であった。臨床的耳硬化症の6例においては、3周波数

第8表 炎症を伴わない伝音系難聴

姓 名	年 齢	性別	臨床診断	500	1000	2000	4000	判定
1 藤○と○	42	男	耳管狭窄症	5	0	10	5	---
2 大○た○	13	男	耳管狭窄症	20	25	15	20	---
3 坂○敏○	31	男	耳管狭窄症	5	5	10	5	---
4 坂○さ○	45	女	耳管狭窄症	25	25	30	15	---
5 新○ 勇	26	男	耳管狭窄症	0	0	5	0	---
6 大○あ○	66	女	耳管狭窄症	5	10	15	25	---
7 吉○清○	20	男	耳管狭窄症	20	10	10	25	---
8 内○ 眞	15	男	耳管狭窄症	5	0	0	5	---
9 石○富○	26	男	耳管狭窄症	15	25	10	20	---
10 石○君○	21	男	耳管狭窄症	20	25	20	30	---
11 小○宛○	51	男	耳管狭窄症	30	35	20	25	---
12 井○正○	37	男	耳管狭窄症	15	20	15	20	---
13 塚○哲○	25	男	耳管狭窄症	5	0	10	5	---
14 塚○美○	18	女	耳管狭窄症	10	10	5	0	---
15 小○伸○	21	男	耳管狭窄症	60	50	55	60	---
16 浅○弘○	30	男	耳管狭窄症	20	30	20	20	---
17 兼○健○	40	男	耳管狭窄症	10	10	10	10	---
18 西○彦○	38	男	耳管狭窄症	15	10	10	10	---
19 滝○ 泉	25	男	耳管狭窄症	15	15	15	15	---
20 若○ 早	31	男	耳管狭窄症	30	45	50	45	---
21 狭○一○	18	男	耳管狭窄症	30	25	20	25	---
22 野○千○	41	男	耳管狭窄症	65	75	80	75	---
23 佐○ 幸	21	男	耳管狭窄症	60	70	70	65	---
24 吉○一○	16	男	耳管狭窄症	50	55	60	55	---
25 赤○和○	32	男	耳管狭窄症	50	55	55	40	---

第9表 中耳炎を有する伝音系難聴

姓 名	年 齢	性別	臨床診断	500	1000	2000	4000	判定
26 原○守○	22	男	慢性中耳炎	60	65	70	55	---
27 近○守○	22	男	慢性中耳炎	40	40	35	35	---
28 蟹○正○	17	男	慢性中耳炎	10	10	10	5	---
29 川○ 基	20	男	慢性中耳炎	45	50	45	45	---
30 黒○英○	21	男	慢性中耳炎	35	35	25	30	---
31 小○ 史	21	男	慢性中耳炎	20	20	15	15	---
32 大○ 眞	24	男	慢性中耳炎	55	50	60	55	---
33 北○正○	25	男	慢性中耳炎	45	45	30	25	---
34 川○の○	36	男	慢性中耳炎	55	60	60	65	---
35 坂○久○	22	男	慢性中耳炎	30	30	30	30	---
36 田○ 竜	19	男	慢性中耳炎	35	35	35	35	---
37 藤○茂○	22	男	慢性中耳炎	25	30	25	30	---
38 中○ 壺	20	男	慢性中耳炎	30	25	20	20	---
39 鈴○ 良	25	男	慢性中耳炎	60	50	45	45	---
40 枝○ 千	24	男	慢性中耳炎	55	55	40	35	---
41 小○一○	30	男	慢性中耳炎	25	30	30	35	---
42 森○喜○	19	男	慢性中耳炎	10	10	5	10	---
43 古○敏○	19	男	慢性中耳炎	60	70	60	45	---
44 石○考○	26	男	慢性中耳炎	30	35	30	25	---
45 大○ 淳	18	男	慢性中耳炎	40	40	30	15	---
46 近○道○	18	男	慢性中耳炎	50	50	50	35	---
47 森 ○ 〇	22	男	慢性中耳炎	20	30	30	35	---
48 大○を○	34	男	慢性中耳炎	40	20	25	30	---
49 松○ 史	26	男	慢性中耳炎	40	40	50	15	---
50 鈴○ 芳	34	男	慢性中耳炎	55	30	30	25	---
51 成○ 武	17	男	慢性中耳炎	40	45	45	40	---
52 鈴○ナ○	15	男	慢性中耳炎	10	5	5	10	---
53 川○邦○	15	男	慢性中耳炎	20	15	10	25	---
54 今○二○	23	男	慢性中耳炎	40	40	30	25	---
55 加○吉○	37	男	慢性中耳炎	30	30	25	20	---
56 坂○ 夫	19	男	慢性中耳炎	60	60	60	50	---
57 水○ 勝	22	男	慢性中耳炎	30	40	40	35	---
58 浅○ 浩	40	男	慢性中耳炎	40	45	50	35	---
59 中○ 広	20	男	慢性中耳炎	15	15	10	5	---
60 井○ 都	24	男	慢性中耳炎	30	40	20	25	---
61 室○ 貞	19	男	慢性中耳炎	5	10	10	10	---
62 早○ 賢	14	男	慢性中耳炎	25	10	35	45	---
63 上○ 志	18	男	慢性中耳炎	40	30	50	35	---
64 高○美○	22	男	慢性中耳炎	10	5	5	10	---
65 戸 ○ 繁	16	男	慢性中耳炎	20	15	25	15	---
66 小○ 進	13	男	慢性中耳炎	40	40	65	35	---
67 堀○ 秀	25	男	慢性中耳炎	40	45	50	30	---
68 有○ 良	20	男	慢性中耳炎	50	55	45	40	---
69 宮○ 祐	30	男	慢性中耳炎	60	55	55	45	---
70 市○ 良	16	男	慢性中耳炎	40	50	55	40	---
71 平○ 宏	14	男	慢性中耳炎	50	55	50	60	---

72	高○朝○	24	6	3	慢性性中耳炎	20	25	20	20	25	5	5	5	2	---
73	杉○卓○	45	6	4	慢性性中耳炎	25	30	30	15	15	10	0	15	0	15
74	尾○末○	52	6	15	面出性中耳炎	25	30	30	15	15	15	5	15	0	15
75	伊○は○	27	9	7	慢性性中耳炎	10	0	10	5	5	15	0	15	0	15
76	奥○し○	57	8	8	面出性中耳炎	20	15	15	10	20	20	5	30	0	15
77	田○十○	29	8	20	慢性性中耳炎	25	35	35	10	35	35	0	15	0	15
78	岩○ひ○	60	6	40	慢性性中耳炎	25	30	30	45	30	60	0	15	0	15
79	徳○二○	28	8	2	慢性性中耳炎	0	0	0	0	30	30	0	15	10	3
80	松○光○	3	10	4	慢性性中耳炎	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15
81	近○佳○	20	9	13	面出性中耳炎	35	40	45	30	40	40	5	30	5	2
82	久○部○	21	9	12	慢性性中耳炎	40	45	30	30	35	40	0	15	0	15
83	山○静○	21	8	8	慢性性中耳炎	20	25	25	10	45	50	0	15	0	15
84	古○国○	44	6	16	面出性中耳炎	20	30	30	35	35	35	0	15	0	15
85	門○修○	23	8	3	慢性性中耳炎	20	25	30	30	35	35	0	15	0	15
86	紫○弘○	16	9	5	面出性中耳炎	25	30	30	45	45	40	5	30	5	15
87	岡○圭○	56	8	7	面出性中耳炎	10	10	15	10	10	10	0	15	5	2
88	伊○お○	32	9	7	面出性中耳炎	15	20	20	10	20	20	5	30	10	5
89	山○省○	30	8	20	慢性性中耳炎	10	15	15	10	15	10	5	30	10	5
90	毛○三○	31	8	7	慢性性中耳炎	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15
91	山○修○	28	8	15	慢性性中耳炎	25	30	30	35	35	35	0	15	0	15
92	坂○節○	20	9	7	慢性性中耳炎	25	30	30	35	35	35	0	15	0	15
93	安○吉○	40	8	2	慢性性中耳炎	5	10	10	15	20	15	5	30	10	5

第10表 混合性難聴

姓 名	年令	性別	職業	臨床診断	2500 Hz 聴力 (dB)					聴覚疲労検査					判定
					250	500	1000	2000	4000	7000	1000	1000	2000	4000	
94 中○雅○	9	女	面出性中耳炎	面出性中耳炎	10	10	10	40	30	30	5	30	3	++	
95 西○元○	41	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	10	20	10	45	45	50	5	30	3	++	
96 石○重○	71	9	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	45	45	40	30	20	10	0	15	5	++	
97 保○美○	28	9	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	30	45	35	30	25	10	0	15	5	++	
98 島○仁○	37	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	15	35	45	50	60	75	0	15	5	++	
99 田○幸○	30	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	30	45	55	60	75	85	0	15	5	++	
100 田○敏○	23	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	55	65	45	30	40	75	0	15	5	++	
101 沢○幸○	31	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	10	10	10	15	10	15	0	15	5	++	
102 日○主○	60	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	30	25	20	30	45	65	0	15	5	++	
103 桑○美○	31	9	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	10	25	15	45	55	65	0	15	5	++	
104 石○力○	23	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	10	10	10	45	50	60	0	15	5	++	
105 伊○横○	14	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	25	10	40	35	45	50	0	15	5	++	
106 伊○召○	27	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	15	35	40	50	55	65	0	15	5	++	
107 早○一○	42	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	5	5	5	15	15	15	1	15	5	++	
108 渡○浅○	15	8	慢性性中耳炎	慢性性中耳炎	75	20	25	60	50	30	5	10	5	++	
109 増○有○	55	9	同上	同上	20	60	20	15	65	60	0	15	5	++	
					65	60	80	80	85	5	1	5	10	5	++
					0	10	5	10	5	10	5	10	5	++	
					15	20	10	35	25	0	15	5	1	++	
					10	15	15	45	45	5	15	30	5	++	
					40	50	40	30	35	15	5	10	3	++	
					30	35	35	45	55					++	
					45	70	45	65	75	5	15	3	10	7	++
					65	65	70	80	85						++
					10	10	10	40	35	5	1	5	3	2	++
					40	40	45	35	30	75					++
					35	45	35	40	40	15	0	15	5	1	++
					35	35	25	40	40	5	10	5	5	1	++
					55	75	60	50	70	10	0	15	5	1	++
					30	70	65	55	75	3	15	0	15	5	++
					60	70	65	55	75	3	15	0	15	5	++

すべてにおいて疲労検査(+)例が7耳、2周波数に疲労検査(+)で1周波数にのみ疲労検査(+)のもの1耳、2周波数において疲労検査(+)であったものが1耳である。

第2項 中耳炎を有する伝音系難聴(第9表)

中耳に炎症症状を認める伝音系難聴についてみると、伝音系難聴の内の慢性性もの、即ち慢性性中耳炎及び中

耳炎手術後遺症の46例中、3周波数にわたって疲労検査(+)例が22耳、3周波数すべてにおいて疲労検査(+)例が3耳、2周波数に疲労検査(+)例が7耳、1

第11表 原因不明の神経難聴

姓 名	生 年 月 日	性別	職業	検査項目	聴 覚	視 力	聴 覚 疲 勞 検 査	判 定
110 鈴 ○ 正	22 年 8 月 25 日	男	25 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
111 松 ○ 美	20 年 7 月 20 日	女	25 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
112 松 ○ 光	35 年 5 月 15 日	男	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
113 服 ○ 徳	17 年 5 月 5 日	男	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
114 高 ○ 静	39 年 6 月 20 日	女	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
115 大 ○ 真	22 年 8 月 5 日	男	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
116 市 ○ た	56 年 8 月 5 日	男	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
117 松 ○ 鈴	39 年 7 月 3 日	女	20 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
118 福 ○ 妙	21 年 3 月 5 日	女	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
119 山 ○ 勇	22 年 10 月 5 日	男	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
120 ハ ○ き	52 年 3 月 20 日	女	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
121 山 ○ 庄	57 年 5 月 30 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
122 別 ○ 朝	35 年 5 月 25 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
123 ハ ○ 二	35 年 10 月 20 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
124 安 ○ 秀	51 年 8 月 5 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
125 高 ○ 武	13 年 9 月 25 日	男	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
126 山 ○ 勇	22 年 10 月 5 日	男	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
127 北 ○ 米	50 年 1 月 25 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
128 井 ○ と	68 年 1 月 25 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
129 森 ○ 郎	21 年 8 月 15 日	男	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
130 吉 ○ き	19 年 9 月 6 日	男	50 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
131 横 ○ 信	22 年 8 月 5 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
132 永 ○ 末	48 年 3 月 20 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
133 平 ○ 鼎	63 年 5 月 5 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
134 伊 ○ 治	42 年 1 月 10 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
135 水 ○ 貞	36 年 5 月 30 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
136 長 ○ 秀	19 年 8 月 20 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
137 伊 ○ 群	64 年 6 月 20 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
138 山 ○ 真	21 年 10 月 15 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
139 柳 ○ 金	33 年 2 月 15 日	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
140 堀 ○ 富	35 年 5 月 40 歳	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
141 横 ○ せ	52 年 3 月 20 歳	女	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
142 石 ○ 清	55 年 6 月 25 歳	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
143 伊 ○ 重	37 年 6 月 20 歳	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
144 伊 ○ 静	40 年 3 月 35 歳	女	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
145 陸 ○ 武	45 年 8 月 40 歳	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
146 有 ○ 清	53 年 3 月 10 歳	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++
147 野 ○ 松	32 年 2 月 50 歳	男	40 歳	500	500	1000	5 15 5 1	++

周波数にのみ疲労検査(+)例が22耳であった。

癒着性中耳炎については3周波数に疲労検査(-)例が8耳, 1周波数において疲労検査(+)例が3耳, 3周波数すべてにおいて疲労検査(+)例が1耳であった。

一方急性中耳炎の8例については, 3周波数ともに疲労検査(-)例が2耳, 1周波数にのみ疲労検査(+)例が4耳, 2周波数において疲労検査(+)例が2耳, 3周波数すべてにわたって疲労検査(+)例が3耳であった。

第2節 混合性難聴者における聴覚疲労検査成績 (第10表)

本節の検査対象は, 鼓膜や耳管に明かに病変を認めると共に, 聴力像, 原因関係, 発病後の病歴等から内耳性難聴が併せ存在すると考えられる難聴患者であって, 第10表に示す如く, 3周波数に疲労検査(-)例は10耳, 1周波数にのみ疲労検査(+)例が7耳, 2周波数に疲労検査(+)例が7耳, 2周波数に疲労検査(+)例が3耳, 全周波数において疲労検査(+)例が3耳であった。

第3節 感音系難聴者における聴覚疲労検査成績

第1項 原因不明の感音系難聴 (第11表)

原因が明らかでないところの感音系難聴38例では, 第11表に示す如く, 3周波数すべてにわたって疲労検査(-)例が12耳, 1周波数のみにおいて疲労検査(+)例が20耳, 3周波数において疲労検査(+)例が3耳であった。

第2項 メニエール氏病 (第12表)

メニエール氏病14例に関しては, 第12表に示す如

第12表 メニエール氏病

姓 名	年 齢	性別	検査項目	オーディオテープによる聴覚検査 (dB)					聴 覚 疲 勞 検 査					判 定				
				250	500	1000	2000	4000	500	1000	4000							
148長口部	14	♀	1954	5	15	15	20	25	25	5	1	5	10	3	+	+	+	
149大口竹	38	♂	1964	60	60	60	60	70	65	10	15	10	15	5	+	+	+	
150岡口傍	36	♂	1960	70	65	60	70	70	5	30	5	1	+	+	-	-	-	
151山口保	42	♂	1955	10	15	5	30	25	25	0	15	0	15	5	30	-	-	-
152吉口茂	39	♂	1950	20	20	30	15	10	5	0	15	0	15	5	30	-	-	-
153大口昇	52	♂	1924	0	0	20	70	70	65	30	5	1	5	15	+	+	+	
154二口た	57	♂	1927	65	65	60	70	70	70	5	1	+	+	+	-	-	-	
155真口花	35	♀	1944	0	0	0	0	5	30	0	15	0	15	5	1	-	-	-
156林口光	31	♂	1948	0	-5	0	-5	30	15	0	15	0	15	5	30	-	-	-
157平口美	49	♀	1911	10	10	0	5	5	20	0	15	0	15	5	1	-	-	-
158真口安	19	♂	1976	5	5	5	0	10	40	0	15	0	15	5	30	-	-	-
159岡口三	35	♂	1911	75	85	80	80	80	70	10	5	15	7	+	+	+	+	
160下口貴	20	♂	1982	5	25	20	30	30	25	0	15	5	30	5	15	-	-	-
161喜口善	39	♂	1922	60	65	80	75	70	5	2	+	+	+	+	-	-	-	
				10	20	5	5	15	10	5	30	5	30	5	1	-	-	-
				15	20	25	25	35	15	0	15	0	15	5	15	-	-	-
				20	25	40	45	45	40	0	15	5	2	5	2	+	+	+
				60	55	60	60	70	70	0	15	5	15	5	3	-	-	-
				5	0	0	5	0	0	0	15	0	15	5	15	-	-	-
				55	60	65	45	30	35	0	15	0	15	5	15	-	-	-
				45	35	45	55	55	50	5	15	0	15	10	75	+	+	+
				45	45	55	5	65	50	5	1	5	30	5	3	+	+	+
				10	10	10	5	10	10	0	15	0	15	10	3	-	-	-
				55	65	65	65	75	60	0	15	0	15	10	3	-	-	-
				25	36	20	20	35	50	0	15	0	15	5	1	-	-	-
				25	30	30	30	20	10	0	30	0	15	5	>10	-	-	-

く, 3周波数において疲労検査(-)例は7耳, 1周波数において疲労検査(+)例が8耳, 2周波数において疲労検査(+)例が7耳, 3周波数すべてにおいて疲労検査(+)例が1耳であった。

第3項 騒音障害による難聴 (第13表)

第13表に示す如く, 9例の騒音性難聴について検査した結果は, 3周波数すべてにおいて疲労検査(-)例が5耳, 1周波数のみ疲労検査(+)例が2耳, 2周波数において疲労検査(-)の例が3耳, 3周波数すべてにおいて疲労検査(+)例が5耳である。

第13表 騒 音 難 聴

姓 名		年 齢	性別	エージオメータによる聴覚検査結果										聴 覚 疲 勞 検 査		判 定		
		今 年	前 年	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	32000	500	1000	10000				
162	加 口 壺	27	♂	10	15	20	30	70	35	5	1	5	2	10	25	+	+	
				5	15	20	15	30	15	5	1	10	3	10	3	+	+	
163	神 口 文	31	♂	1	5	20	25	70	55	5	1	5	10	3	10	+	+	
				5	5	0	15	30	25	5	15	5	15	5	3	+	+	
164	一 口 慶	14	♀	18	45	45	45	55	70	65	5	15	5	15	5	+	+	
				5	5	5	20	20	0	0	15	0	15	5	15	-	-	
165	丹 口 日	25	♂	14	50	50	50	45	70	55	0	15	0	15	5	15	-	-
				40	45	50	65	70	50	5	30	10	15	5	30	-	-	
166	江 口 善	32	♂	15	45	50	40	35	50	35	0	15	0	15	5	30	-	-
				25	25	20	20	30	20	5	1	5	1	5	2	+	+	
167	尾 口 昌	27	♂	15	15	10	20	30	10	10	5	1	5	1	5	2	+	+
				50	50	50	50	60	50	5	1	10	1	5	2	+	+	
168	近 口 藤	32	♂	15	40	45	50	65	40	5	30	5	1	5	15	-	-	
				40	45	35	40	60	45	5	15	0	15	0	15	-	-	
169	岡 口 満	30	♂	15	25	35	45	40	50	45	0	15	5	30	0	15	-	-
				35	40	45	50	60	45	5	15	5	30	0	15	-	-	
170	下 口 木	36	♂	13	35	35	40	50	30	35	0	15	5	10	5	-	-	
				30	35	25	30	50	35	0	30	5	15	5	2	+	+	

第4項 ストマイ中毒性難聴 (第14表)

ハトレプトマイシン注射による中毒性難聴について検査すると, 第14表の如く 3周波数すべてにわたって疲労検査(-)例が4耳, 1周波数のみ疲労検査(+)例7耳, 2周波数にわたって疲労検査(+)例が2耳, 3周波数にわたって疲労検査(+)のものが1耳であった。

第14表 ストレプトマイシン中毒難聴

姓 名	年 齢	性別	聴 覚 疲 勞 検 査										判 定				
			250	500	1000	2000	4000	8000	15000	25000	35000	50000					
171 伊 口 政	15	♂	50	5	10	10	15	25	5	30	0	15	5	2	+	+	
172 岩 口 と	29	♂	30	10	30	45	60	55	70	5	30	5	1	5	+	+	
173 酒 口 政	37	♂	100	10	10	5	10	15	20	0	15	0	15	10	3	-	-
174 木 口 紀	28	♀	90	5	10	5	10	15	45	5	1	0	15	10	3	+	+
175 吉 口 正	25	♂	110	0	5	10	0	50	35	0	15	0	15	5	30	-	-
176 武 口 早	37	♂	12	0	5	5	15	40	35	0	15	5	10	10	+	+	
177 林 口 共	60	♂	53	15	25	40	45	45	75	5	30	5	1	10	25	-	-

第5項 頭部外傷による難聴 (第15表)

頭部に外傷を受けた後に発来した難聴5例については, 第15表の如く, 3周波数すべてにわたって疲労検査(-)例が3耳, 1周波数においてのみ疲労検査(+)例が3耳, 2周波数において疲労検査(+)の例が2耳,

慢性中耳炎 41 例では、500cps, 1,000cps, 4,000cps の全周波数範囲を通じて、過半数は正常回復時間であり、4,000cps で回復時間 15 秒という短縮例も 5 耳存在するが、一方 500cps, 1,000cps では遅延例も認め、4,000cps には最大 5 分に至る回復時間遅延例も相当数存在するのである。

中耳炎手術後遺症の 5 例については、500cps, 1,000cps 4,000cps の全周波数を通じて大部分回復時間正常範囲内にある。

癒着性中耳炎 14 例においては、500cps, 1,000cps 共に大部分が正常回復時間値を示すが、4,000cps では回復遅延例が増加して、正常範囲内の例数と約同数存在する。

次に急性中耳炎の 8 例では 500cps, 1,000cps において相当数が正常範囲内であるが、又それに近い例数が 3 分に及ぶ回復遅延を示しており、特に 4,000cps については回復時間延長せる耳数の方が、正常範囲内耳数よりも多く最大遅延時間 7 分に及んでいるのである。

混合性難聴 16 例については、500cps, 1,000cps において、過半数が正常回復時間であるが、他方回復時間延長例も数例存在し、4,000cps においては正常範囲例とがほぼ同数に近くなっているのであって、回復時間 3 分以上に及ぶ高度遅延例も増加してきているのである。

原因不明神経難聴の 38 例では、500cps, 1,000cps, 4,000cps の 3 周波数を通じて回復時間正常範囲も多く、4,000cps で回復時間 15 秒以内の短縮例も 11 例認める一方、回復遅延例も多く、特に 4,000cps において、回復時間延長例が正常範囲内例と同数あり、疲労回復遅延時間の長い例数も多くなっている。

メニエール氏病 14 例においては、500cps, 1,000cps では正常範囲内が多いが、遅延例も相当数あり、特に 4,000cps では、回復時間遅延例の方が多数となり、その回復時間は 10 分に及んでいる。

騒音難聴の 9 例においては、500cps では回復時間正常範囲の方が回復遅延例よりも多いが、1,000cps になると、回復時間正常範囲内例と回復延長例とが同数となり、更に 4,000cps では、回復正常範囲内が 2 例にすぎず、その大多数の例が 5 分に及ぶ回復遅延を示しているのである。

ストマイ中毒難聴 7 例においては、500cps, 1,000cps では回復正常範囲内が多く、回復延長例も相当数存在するが、4,000cps では両者がほぼ同数となっている。

頭部外傷 5 例については、500cps, 1,000cps では大

部分が正常回復時間内にあり、夫々 1 例づつの回復遅延例を認めるが、4,000cps においては回復遅延例がやゝ多くなっているのを認める。

老人性難聴 9 例に於ては、500cps, 1,000cps 4,000cps の全周波数を通じて、回復正常時間内の例数の方が多数であるが、又回復延長例も相当数を認める。

熱性病後難聴 4 例においては、500cps, 1,000cps, 4,000cps を通じて回復時間正常例と、回復時間遅延例が凡そ同数に存在する。

中枢性難聴の 4 例では、500cps, 1,000cps においては回復正復正常範囲内が大多数であり、夫々 1 例づつの軽度遅延例を認めるが、一方 4,000cps においては、回復時間 15 秒以内の短縮を示すものが 3 例となる一方、回復延長例も 4 例に増加しているのである。

さて、以上を総合して、各種難聴の、聴覚疲労検査結果の傾向を概観してみると、耳管狭窄症、耳硬化症では疲労回復時間は正常又は短縮するものが多いのであり、慢性中耳炎では、一般に回復正常又は短縮するものが多いが、回復時間延長を認めることも相当にあり、急性中耳炎では回復延長を認めることが比較的多いのである。

一方神経難聴では、混合性難聴、原因不明難聴、メニエール氏病、騒音難聴、ストマイ難聴において、回復高度遅延例が多いのであるが、この中の混合性及び原因不明難聴では、反対に回復時間の短縮を示している例も多いのである。

又頭部外傷による難聴や熱性病後難聴では、回復正常

第 20 表

臨床診断	500				1000				4000			
	0db	5db	10db	15db	0db	5db	10db	15db	0db	5db	10db	15db
耳管狭窄症	23	4			17	9	1		3	20	4	
耳硬化症	7	2			7	2			8	1		
慢性中耳炎	32	18			32	17	2		5	37	12	
中耳手術後症	4	2			5	1			5	1		
癒着性中耳炎	11	5			10	6			2	12	3	
急性中耳炎	5	5	1		3	5	2		8	3		
混合性難聴	11	14			12	11	1		3	13	6	
原因不明神経難聴	29	33	3		24	32	7		11	29	12	3
メニエール氏病	13	9	1		13	8	0		16	3		
騒音難聴	7	8			5	8	2		2	10	3	
ストマイ中毒	5	8			8	6			9	4		
頭部外傷	5	4			6	4			7	1		
老人性難聴	10	7			7	11			3	11	2	
熱性病後難聴	3	5			1	6	1		3	2		
中枢性難聴	5	3			4	4			3	5		

例、回復延長例が同様にあって、著明なる傾向を認めず、老人性難聴では、回復時間短縮せる例が相当に多いが、逆に延長している例も存在する。

因に、刺戟断絶直後 15 秒における疲労検査閾値変動値の大きさ (db 単位) によって各種難聴群内の被検耳数を分類すると第 20 表の如くである。これによると、検査音可聴閾値の 10db 以上の大きい変動は、検査音が 4,000cps の場合に多く、而も神経難聴の方に多いが、500cps, 1,000cps では、伝音系感音系両難聴を通じて、検査音可聴閾値変動はほとんど 5db 以内に止っている。

既述の如く、難聴耳に対する聴覚疲労検査の研究は未だ非常に少いのであるが、難聴耳の疲労効果に関係のある問題を文献によって考察すると、Sheykhon は、閾値上 25db で 1～3 分間刺戟後の回復時間を測定して、正常人、耳硬化症、慢性中耳炎では結果は等しく一方、聴神経炎、メニエール氏病等ではそれよりも著明に延長したと述べた。

又 Pestalozza は聴覚疲労検査が職業性難聴とメニエール氏病の診断に極めて有効であると云っている。私の研究成績においても、メニエール氏病や騒音難聴等では、特に 4,000cps において聴覚疲労回復時間遅延例の多いことはこれ等の説に近い結果を得ているが、しかし、これ等の難聴耳群には疲労回復時間が正常範囲内の例も存在し、特に 500cps, 1,000cps に於ける聴覚疲労検査では回復時間正常範囲内の例が多いことが注目されるのである。

Harris は、人間の聴器は強音に対して脆強性を有する者としからざる者とに分類できるのであって、その脆弱でない人というのは、

1) 聴力が非常に障害せられているために、刺戟音が効果的な刺戟を構成しない人

2) 聴力は正常であるが、刺戟から保護するある種の automatic filtering system をもっている人であると云っている。

Peyser は、中耳粘膜の高度肥厚や肉芽形成を伴う慢性中耳炎は、騒音環境における従業は禁忌であると主張し、他方これ等の病変を伴わない慢性中耳炎では、その騒音に対する条件は正常耳と何等認むべき相違は無いと云っている。私の検査成績においても、慢性中耳炎で疲労回復延長例が存在し、急性中耳炎の多くにおいて疲労回復延長を見たが、これ等は恐らく中耳病変と関係があり、又炎症による耳内筋の異常状態や、中耳病変の内耳液及びコルチ器への影響等が関係しているものと推論

せられる。この事は、河辺が中耳筋障得によって Recruitment が発現することのあることを指摘している点からも推察せられるのである。

藤野は、騒音内労働の同一被検者において、慢性中耳炎で穿孔のある側の耳は、穿孔の無い他側耳よりも内耳の音響性障得が軽度であることを報告している。

Theilgaard は、伝音系難聴は騒音刺戟に対して一つの防禦であり、純音はそれに相当する強さの騒音よりもはるかに大きい障得効果を持つものであると云い、又音響受傷性を選択する疲労検査は純音ではなく騒音で行われるべきことを主張した。

内藤は種々の難聴耳について、白色雑音 50db 10 分刺戟を用い、検査音 1,000cps で聴覚疲労を測定したが、伝音系難聴では検査音閾値変動値 0～5db、回復時間 30 秒以内、感音系難聴では検査音閾値変動 5db 以上で、回復時間が 30 秒以上のことが多かったと報告している。

河村(進)は主として頭部外傷例について、刺戟音 2,000cps, 100db, 2 分、検査音 2,000cps で聴覚疲労検査を施行し、その回復時間によって、1 分以内を生理的とし、1 分以上 5 分以内を易疲労性、5 分以上を高度遅延として分類した。而して頭部外傷による難聴と騒音難聴をその疲労検査によって比較し、前者よりも後者に聴覚疲労検査回復遅延例が多かったと述べているが、少数例外は私の研究成績においても同様の傾向にあった。

以上、私は従来比較的研究の少いところの諸種難聴患者における聴覚疲労検査を施行して、その成績について難聴別による聴覚疲労の傾向を検討して考按を加えた次第である。

第 5 章 結 語

伝音系難聴 93 例、混合性難聴 16 例、感音系難聴 90 例について、500cps, 1000cps, 4,000cps において聴覚疲労検査を施行して(刺戟音閾値上 50db 刺戟時間 5 分間、刺戟音検査音は同一周波数)次の結果を得た。

1) 伝音系難聴耳では、一般に疲労回復時間は短いことが多く、特に臨床的耳硬化症、耳管狭窄症に著明である。

しかし慢性中耳炎の一部や急性中耳炎においては相当疲労回復時間が遅延する例が多い。

2) 混合性難聴においては、疲労回復時間は短縮せるものから延長せるものまで種々にて一定の傾向が認められない。

3) メニエール氏病、騒音難聴、ストマイ難聴には疲労回復時間長く、高度疲労例が多く認められる。

4) 原因不明神経難聴では、疲労回復延長する例が多いが、疲労回復時間短縮や正常例も相当数あり、広く変化することが認められる。

5) 頭部外傷後難聴、老人性難聴、熱性病後難聴では、疲労回復時間正常のもの、延長せるもの等区々である。

6) 中枢性難聴では多くは疲労回復時間正常又は短縮の傾向がある。

主 要 文 献

- 1) *Davis, H. et al.*: Acta otolaryng., Stockh., suppl. 88, 1950. 2) *Dadson, R.S.*: Acustica Vol. 4, No. 1, p. 151, 1954. 3) *Dix, M.R. and Hood, J.D.*: Jour. L.O. Vol. 67, p. 343, 1953. 4) *Van Dishoeck*: Acta otolaryng., Stockh. Vol. 43, p. 167, 1953. 5) *Flottorp, G.*: Acta otolaryng., Stockh. Vol. 43, p. 396, 1953. 6) 後藤修二: 脳神経領域, 第11冊, 1951. 7) 後藤修二: 診療の進歩, 10巻, 3号, 133頁, 1951. 8) 後藤修二: 耳喉, 25巻, 7号, 311頁, 1953. 9) 後藤修二, 山田嘉登子: 耳喉, 24巻, 11号, 501頁, 1952. 10) *Gardner, M.B.*: J.A.S.A. Vol. 19, No. 1, p. 178, 1947. 11) *Hersh, I.J. and Ward, W.D.*: J.A.S.A. Vol. 24, No. 2, p. 131, 1952. 12) *Harris, J.D. and Rawnsley, A.I.*: J.A.S.A. Vol. 25, No. 4, p. 760, 1953. 13) *Harris, J.D.*: Laryngoscope Vol. 64, No. 2, p. 89, 1954. 14) *Hughes, T.R.*: J.A.S.A. Vol. 26, No. 6, p. 1064, 1954. 15) *Hallpike, C.S. and Hood, J.D.*: J.A.S.A. Vol. 23, p. 270, 1951. 16) 原田筑紫: 日耳鼻会報, 59巻, 1号, 92頁, 1956. 17) *Jerger, J.F. and Carhart, R.*: J.A.S.A. Vol. 28, No. 4, p. 611, 1956. 18) *Jerger, J.F.*: J.A.S.A. Vol. 26, No. 6, p. 1048, 1954. 19) *Kley, W.*: Arch. O.N.K. Vol. 1156, p. 471, 1950. 20) 河辺義孝: 日耳鼻会報, 58巻, 10号, 1077頁, 1955. 21) 河村進市: 日耳鼻会報, 58巻, 11号, 1058頁, 1955. 22) *Larsen, B.*: Jour. L.O. Vol. 57, No. 9, p. 536, 1953. 23) *Langenbeck, B.*: Leitfaden der Praktischen Audiometrie (1952). 24) *de Maré, G.*: Acta otolaryng. Vol. 40 p. 104, 1951. 25) 中村賢二: 日耳鼻会報, 59巻, 11号, p. 1920, 1956. 26) 小幡重一: 音 (1955). 27) *Pirodda, E. and Zwislocki, J.*: Acta otolaryng. (stockh) Vol. 42, p. 152, 1952. 28) *Peyser, A.*: Acta otolaryng. (stockh) Vol. 14, p. 158, 1952. 29) *Sambataro, C. and Pestalozza, G.*: Laryngoscope Vol. 62, No. 11, p. 1197, 1952. 30) 豊島貢: 日耳鼻会報, 58巻, 8号, 846頁, 1956. 31) *Wilson, W.H.*: Ann. Otol., etc., Vol. 59, No. 2, p. 399, 1950.

擱筆するに当り、御懇篤なる御指導を賜り、御校閲をいただいた恩師後藤修二教授に心から謝意を表します

(原稿到着＝昭和 32. 11. 2 日)