

UDC 613.644 : 613.16 : 616.28-008.14 : 616.28-009 : 616.28-072.7

耳栓 (セレクトロン K) の効果に関する実験的観察

千葉大学医学部衛生学教室 (主任 谷川教授)

下 田 哲 夫

OBSERVATION ON THE EFFECT OF EAR PLUG

BY

Tetsuo SHIMODA

Department of Hygiene, School of Medicine, Chiba University
(Director: Prof. Dr. K. TANIKAWA)

The effect of ear plug against noise is established. The author observed the effect of it in 12 male workers in the work room with noise of 95 phon noise levels, by means of both enquête method (questions and answers method) and audiometer. The results obtained were as follows:

1) It was found by enquête method that half of them complained of neurotic syndrome of ear, but the ear plug took off the syndrome. The workers' answers show that there are more benefits of the ear plug than the faults of it.

2) By enquête method: twenty seven per cent of the workers admitted they were hard of hearing; 18% of them have been once cautioned about it by others; and 55% were not conscious of it. Also, many ears of them had normal audiometric sensitivities, in other words by audiometer hearing loss of 90% of the ears lies under 20 d. b. $\left(\frac{c_2 + 2c_4 + c_5}{4}\right)$. Great hearing loss, however, was observed in a worker, who had long service there.

3) The audiometric sensitivities of the normal ears fell off after working (in the evening) more than before (in the morning) at the pure tone of 500, 1,000 and 4,000 cycles per second, while the ear plug prevented them from falling off at the 4,000 c. p. s. It is considered from these observations analysed statistically that the noise cause the loss of audiometric sensitivity, i. e. hearing loss, but it can be protected with ear plug to some extent. The author, however, could not notice any differences among all the sensitivities before the daily working by the method of statistical analysis. It is considered that the powere of hearing, lost afer working, was recovered by next morning.

4) It was concluded that in noise levels even under 100 phon, the ear plug was effective against noise with some value for both the neurotic syndrome of ear and the hearing loss.

第1章 緒 論

騒音の生体に及ぼす影響については生理学的、心理学的に多数の報告を見、殊に聴器に関しては Wittmack, 吉井の有名な業績以来多数有る。更に第二次大戦以後は電気機器の発達により益々その精細を究め基礎的、臨床的に報告が増加している。又都市騒音の増大、或は労災補償問題等と共に一般世人の関心も亢まつて来た。而して職場(工場、交通機関、オフィス等)騒音としてみる時は職業性難聴、会話障害、神経衰弱様症候、疲労等が問題となる。

一方其の予防法は騒音源の除去乃至減弱が根本的であり、発生した騒音は遮音壁、吸音壁等を用いて拡大を防ぐ事が多数識者^{1)~7)}の認める所であるが、早急に実現は仲々困難である。従つて古来より作業者自身に対する防護が考えられ、自発的に紙、綿等身辺の諸物を以て耳栓を施している状況である。

之等綿栓については無効とする者(吉井, Sacche, 恩地, 木田等)や、或る程度の効果を認めている者(岡島, 俣野, Davis, Ogden, 土肥等)⁸⁾⁹⁾。又密蠟、煉ゴム、粘土等を用いると更に効果的であると云い⁹⁾、動物実験で Ruedi¹⁰⁾、猿田¹¹⁾、石光¹²⁾、西村⁵⁾、松野¹³⁾が相当の効果を認めて居る。然し人体では、近年益々騒音が強大になる傾向を有する反面、会話を障碍しない事等に関連して、綿、煉ゴム等を其儘用いる事は疑問の存する所である。煉ゴム等は有効な耳栓の材質に対する資料を単に提供する程度であると木田も述べている。

然るに電子管測定器の発達に伴い、Fowler が発見した c⁵-dip を特徴とする音響性外傷の聴力図と、環境騒音の成分周波数との関係が明らかにせられるにつれて、音響学的考慮に基いた防音具の研究は盛んになり^{5) 14) 15) 16) 17) 19) 20) 21) 23) 37)}、我国でも諸種の耳栓(恩地式、広造式、労研式、久留米大学式、セレクトン等)が考案或は市販されている。

かゝる耳栓について、基礎的には恩地¹⁵⁾、俣野¹⁶⁾、島¹⁸⁾、岡本¹⁹⁾が耳栓の有効性を、武富^{20) 21)}、森岡^{22) 23)}、土肥²⁴⁾、Zwislocki²⁵⁾、原口²⁶⁾は無効性或は限界性を論じて居る。即ち土肥、原口は間接骨導を主張し、武富、Zwislocki、森岡等は耳栓の外耳道へ密着しない事及び材質構造等から遮音性能の限界を認めて居る。又河田⁹⁾も耳栓装着は音響性外傷の保護が完全であるのではなく、障碍を軽減せしめる一手段であるのに過ぎないと述べた。

而して之を産業現場に応用した報告に土肥⁸⁾、Ogden²⁷⁾、Glorig²⁸⁾、執行²⁹⁾、服部³⁰⁾、鈴木³¹⁾、太田³²⁾等がある。之等を通覧すると Glorig の如く遮音能に限界を認める者も有るが、鈴木が5ヵ月後に、Ogden が6週後に、服部等は火器発射により直後、6時間、3週間後に、他は1~2時間の観察から夫々有効性を認めて居る。

以上の如く音響学的考慮に基いた耳栓は、主として難聴防止上から、其の防音効果を認められる傾向にあるが、通常作業時間(8時間)を課した作業員自体に現れる効果は、而も100ホン以下に於ては、何程に見られるであろうか。又騒音による神経衰弱様症候との関係は如何であろうかと云う点に於ての解明は未だ不十分と思われる。著者は此点に関し、ちらつき値に及ぼす影響は先に報告³³⁾したが、今回も実験的観察を行い2,3の知見を得たので報告する。

第2章 実験方法並びに実験条件

第1節 被験者

昭和31年1月某 Engine 試験室(主調音 300~600 cps と 1200~2400 cps, 110~80 ホン, モード値 95 ホン)³⁴⁾の男子作業員12名を対象とした。該室は2つの建屋(以下A屋、B屋)よ

り成る。A屋作業員8名は勤続1年乃至16年であるが、騒音環境と思われる経験年数は全員11ヵ月、年齢は19~36歳である。B屋作業員3名は経験年数1年2名(28歳、40歳)と17年(47歳)である。

第2節 耳に関する自覚症

難聴の自覚度と、職場を離れてからも有する耳に関する神経的訴えと、耳栓装着時の悪い点、良い点を三浦の方法³⁾により調査した。

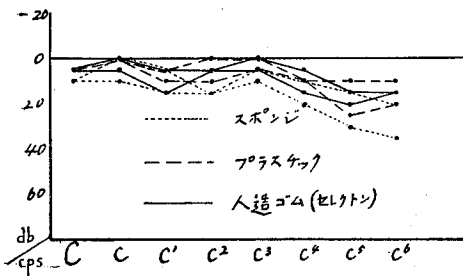
第3節 聴力検査

現場設置の防音室内で永島製 49-C Audiometer を用い作業前の気導聴力図を作成した。又特定周波数を選び作業前後の聴力損失値を測定した。その周波数は環境騒音成分、会話音域及び音響性外傷にて注意しなければならない周波数等との関係と短時間に最大能率を挙げるには Screening test 方式を準用する為に 500, 1000, 4000 cps を用いた。

第4節 耳 栓

耳栓には武富²¹⁾の云う如く音響特性を有する物と有しない物とあるが、音響特性を有しない物は必ずしも耳栓とする事なく他の防音具が優れ、音響特性を有するが故に耳栓の存在価値が

第1図 各種耳栓遮音度 単位 db



有ると思われる。其所で現在我国で市販されて居る各種の内、其効と思われる代表的な物を選び著者自らの装着による遮音試験(第1図)と装着感よりセレクトンKを採用した。之は諸家の実験(武富²⁰⁾、森岡³⁷⁾、山本³⁸⁾)に依つてもセレクトンの防音効果、装着感等総合的に優れて居る事は認められる。

実験期はA屋全員に予め1週間耳栓を装着させ、馴れたと思われる頃即ち昭和31年1月18

日より1週間とした。

装着方法は乱数表により無作為的に毎日抽出しA屋作業員を耳栓装着群(以下装着群)と耳栓非装着群(以下非装着群)に分け推計学的検討を行つた。尙耳鏡検査により両側鼓膜に強度の所見を有する1名(20歳台経験1年)を除外した。

B屋3名は全期装着させる事なく観察した。

第1表 自覚的聴力度

階 級	A 群		B 群		計	
	例	%	例	%	例	%
1. 耳が全然遠くない	5	62.5	1	33.3	6	55
2. 耳が遠いと云われた事がある	1	12.5	1	33.3	2	18
3. 腕時計のセコンドが聴きとれない	0		0		0	
4. 電話に困る	1	12.5	0		1	9
5. 内緒話が出来ない	0		0		0	
6. 普通の声でも聴きちがえる	1	12.5	0		1	9
7. 会話に差支える	0		1	33.3	1	9
	8	100	3	100	12	100

第3章 実験成績

第1節 自覚症調査

自覚的難聴度は、自覚する者 $\frac{3}{12}$ 、他人に注意された事の有る者 $\frac{2}{12}$ を数えた。此内会話が差支えたと云う1名は17年経験である。残り半数は自覚していない(第1表)。

第2表 耳に関する神経的訴え

種類	A 群		B 群		計	
	例	%	例	%	例	%
1. 耳が痛い	1	12.5			1	9
2. 夜眠れない	2	25	2	66.7	4	36
3. 聞えが悪くなる	2	25	2	66.7	4	36
4. 耳がなる	2	25			2	18
計	7	22	4	33.3	11	25
実 人 員	4	50	2	66.7	6	55
総 員	8		3		11	

職場を離れてから耳に関する神経的訴えを有する者は6名(55%)あり、帰宅後難聴増強し睡眠障害を訴える者が其内半数である(第2表)。

耳栓装着時の批評は第3表の如くである。即ち良い点では殆ど全員が騒音減少を認め、耳鳴消失、気分が楽になる、疲労感が無くなると云うのが $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$ に存する。悪い点は大多数が感じが悪い、話が聞えないとし、すぐ抜ける、余り効果が無い、

面倒だと云うのは皆無である。耳が痛いのが $\frac{1}{4}$ 、エンジンの調子が判らないのが13%に存する。

第3表 耳栓装着時の悪い点と良い点

悪い点	%	良い点	%
1. 耳が痛い	25	1. 騒音がかなり小さくなる	75
2. すぐぬげ落ちる	—	2. やゝ小さくなる	25
3. 感じが悪い	75	3. 耳なり等がなくなる	25
4. 余り効果がない	—	4. 気分が楽になる	50
5. 人の話が聞えない	63	5. 疲労感が少くなる	25
6. 面倒だ	—		
7. 汚れてきたない	25		
8. その他 (エンジンの調子がわからない)	13		

第2節 聴力図

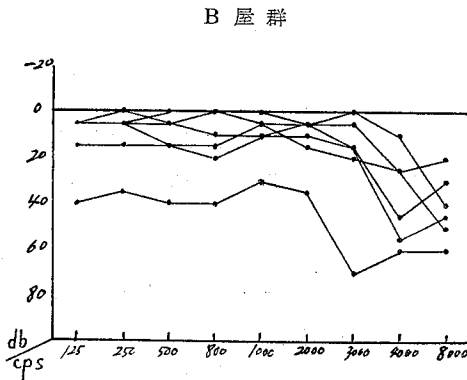
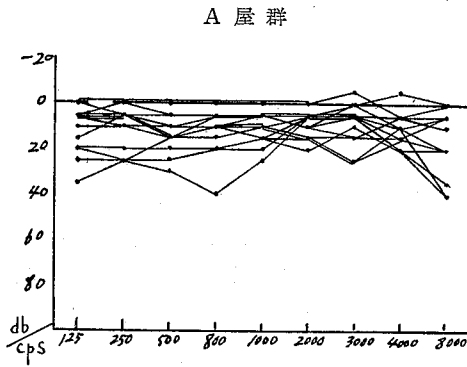
被検者11名22耳の聴力図は第2図に示す。之を河田の分類⁽²⁾に従うと第4表の如く、A型16耳72%、B型2耳9%、E型4耳18%である。E型の中1名2耳は鼓膜に所見を有する者であり、B型中1名1耳は17年経験者である。大多数者に僅かの高音部障害型C型を合併して居る。

之を聴力平均値($\frac{c_2+2c_4+c_6}{4}$ db)より見ると、第5表の如く20db以下20耳(90%)、30db以下0耳、40db以下1耳(5%)、50db以下1耳(5%)である。後者の2耳は17年経験者を含むB屋作業員2名である。

第3節 作業前後の聴力

作業前後の最小可聴閾値差を各周波数毎に求めると第6、7、8表の如くである。之を作業前値が毎日異なるか否かと、作業後如何程聴力が低下するかとの二点について推計学的検討を行った

第2図 全員のオーディオグラム(両耳)



第4表 聴力図分類(河田氏)

被 検 者		右 耳	左 耳
A 屋 群	A	A C	A C
	C	A C	A
	D	A	A
	E	E	E
	F	A C	A C
	G	A C	A C
	H	E	E
	I	A C	B
	B 屋 群	J	A C
K	A C	A C	
L	A C	A C	

第5表 難聴度 $(\frac{C_2+2C_4+C_6}{4} \text{ db})$

デシベル	耳 数	%
~10	10	45
~20	10	45
~30	1	5
~40	0	0
~50	1	5
計	22	100

結果は次の如くである。

第1項 作業前値

毎日の平均値は第9表の如くで、一元配置法によれば各周波数共に $F_0 < 1$ となり、各日間に5%の危険率で有意差を認めない。之は各周波数共毎日作業前値が誤差の範囲内の動揺であると云える。

依て全期を通じ装着群、非装着群に分け(10表)一元配置法により検定すると、4000 cps は $F_0 = \frac{10}{57} < 1$, 1000 cps は $F_0 = 3.68 < F_{1,76}^1 = 3.972$ ($\alpha = 0.05$), 500 cps は $F_0 = 1.69 < F_{1,76}^1 = 3.972$ となり、何れも5%の危険率で有意差を認めない。即ち両群共に各周波数について作業前値が同一であると考えられる。又B屋群と非装着群との推計学的検討を行うと、4000 cps と 1000 cps には両群均斉性でなく別の因子が含まれて居ると考えられる。之は他日の解明に俟たねばならないであろう。

以上よりB屋作業員の聴力は推計学的にも、A屋作業員の其れとは異質の群で有る事を知り、A屋作業員の聴力は全員毎日耳栓装着の有無に関せず作業前値の動揺は誤差の範囲内であると知つた。

第2項 作業後の聴力損失値

装着群、非装着群について作業後と作業前との差を求めた平均値は第11表の如く、一元配置法で検定すると 4000 cps は $F_0 = 10.5 > F_{1,76}^1 = 3.97$ ($\alpha = 0.05$), 1000 cps は $F_0 < 1$, 500 cps

第6表 作業後と前の聴力差 (4000 cps 単位 db)

日	群	非 装 着 群			装 着 群			B 屋 群		
		被栓耳	前 値	差	被栓耳	前 値	差	被栓耳	前 値	差
18/I	AR	15	10	BR	10	0	HR	30	0	
	AL	15	10	BL	10	-5	HL	60	-5	
	FR	0	5	CR	5	0	IR	10	10	
	FL	0	5	CL	5	5	IL	20	10	
	GR	20	25	DR	20	-5	JR	15	20	
	GL	5	20	DL	25	5	JL	55	-5	
					ER	15	0			
				EL	15	5				
19/I	AR	20	5	BR	5	5	HR	25	5	
	AL	25	0	BL	10	0	HL	60	0	
	CR	5	5	DR	5	10	IR	5	0	
	CL	15	5	DL	20	10	IL	15	5	
	ER	10	0	GR	15	0	JR	45	0	
	EL	10	5	GL	20	-5	JL	45	5	
	FR	-5	5							
	FL	5	0							
20/I	BR	5	10	AR	25	10	HR	20	0	
	BL	5	10	AL	5	5	HL	60	0	
	ER	15	0	CR	5	0	IR	5	0	
	EL	20	0	CL	10	5	IL	10	5	
	GR	15	0	DR	5	5	JR	45	5	
	GL	20	0	DL	25	0	JL	45	0	
				FR	5	0				
				FL	5	5				
21/I	ER	10	15	AR	30	0	HR	25	-5	
	EL	10	10	AL	10	-5	HL	60	5	
	FR	5	15	BR	10	5	IR	10	-10	
	FL	10	0	BL	10	0	IL	25	-15	
	GR	15	10	CR	5	5	JR	45	5	
	GL	10	5	CL	15	0	JL	55	-5	
				DR	5	10				
				DL	25	0				
23/I	AR	30	5	BR	10	0	HR	25	15	
	AL	10	0	BL	15	-5	HL	60	5	
	CR	10	0	DR	10	0	IR	5	5	
	CL	15	5	DL	15	0	IL	20	-5	
				GR	5	5	JR	50	-5	
			GL	10	5	JL	50	0		
24/I	BR	10	0	AR	30	0	HR	20	5	
	BL	10	0	AL	10	0	HL	55	0	
	CR	5	5	ER	20	-15	IR	0	10	
	CL	15	-5	EL	15	-5	IL	5	25	
	DR	5	5	FR	0	0	JR	50	-5	
	DL	25	5	FL	5	0	JL	45	-5	
	GR	10	10							
	GL	10	15							

は $F_0 < 1$ となり、4000 cps に於て 5% 危険率で両群に有意差を認め、1000 cps、5000 cps は両群に差を認めない。其所でかゝる聴力低下は起り得るものであろうかと云う問題がある。従つて聴力低下は起り得ない。即ち平均値“0”の正規母集団の標本であると云う既無仮説の下に t 検定すると 4000 cps は装着群、非装着群について 1000 cps、500 cps は全員について 夫々 $F_0 = 29.9 > F_{31}^1 = 7.37$ ($\alpha = 0.01$)、 $F_0 = 8.26 > F_{39}^1 = 7.33$ ($\alpha = 0.01$)、 $F_0 = 49.5 > F_{77}^1 = 6.99$ ($\alpha = 0.01$)、 $F_0 = 51.7 > F_{77}^1 = 6.99$ ($\alpha = 0.01$) となり何れも推計学的仮説は否定され作業後

第7表 作業後と前の聴力差 (1000 cps 単位 db)

日	群	非 装 着 群			装 着 群			B 屋 群		
		被栓耳	前 値	差	被栓耳	前 値	差	被栓耳	前 値	差
18/I	AR	10	-5	BR	10	0	HR	0	10	
	AL	5	15	BL	5	5	HL	35	-5	
	FR	25	0	CR	0	0	IR	15	-10	
	FL	30	0	CL	5	5	IL	5	0	
	GR	25	5	DR	5	10	JR	15	-5	
	GL	15	15	DL	5	15	JL	10	5	
	ER			EL	15	-5				
19/I	AR	0	0	BR	10	0	HR	5	15	
	AL	0	0	BL	0	10	HL	30	0	
	CR	0	5	DR	0	10	IR	0	5	
	CL	5	0	DL	5	5	IL	5	-5	
	ER	10	-5	GR	10	5	JR	10	0	
	EL	10	0	GL	10	5	JL	10	0	
	FR	20	5							
FL	25	5								
20/I	BR	10	5	AR	5	0	HR	0	10	
	BL	0	10	AL	0	0	HL	30	0	
	ER	5	5	CR	0	5	IR	-5	5	
	EL	5	15	CL	5	0	IL	0	10	
	GR			DR	5	5	JR	10	0	
	GL			DL	5	5	JL	5	5	
	FR			FL	20	0				
FL			FL	25	0					
21/I	ER	10	0	AR	10	5	HR	0	10	
	EL	5	5	AL	0	10	HL	30	10	
	FR	30	-10	BR	10	5	IR	0	5	
	FL	30	-10	BL	10	0	IL	5	0	
	GR	5	15	CR	0	10	JR	10	-5	
	GL	15	10	CL	5	5	JL	10	0	
	DR			DL	5	5				
DL			DL	5	5					
23/I	AR	10	0	BR	10	5	HR	5	20	
	AL	5	5	BL	10	0	HL	40	10	
	CR	5	5	DR	5	5	IR	0	5	
	CL	5	5	DL	5	5	IL	5	-5	
			GR	5	10	JR	10	0		
			GL	5	15	JL	10	0		
24/I	BR	10	0	AR	10	0	HR	5	5	
	BL	10	0	AL	10	-5	HL	30	5	
	CR	5	0	ER	5	0	IR	0	0	
	CL	5	0	EL	5	0	IL	0	0	
	DR	5	0	FR	15	5	JR	10	-5	
	DL	5	5	FL	25	0	JL	0	5	
	GR	5	15							
GL	10	10								

に聴力低下は起り得るであろうと見做される。即ち3種の周波数共に騒音下作業に依て作業後に聴力低下が起り、耳栓装着により4000 cpsでは著しく聴力低下が軽減されると考えられる。尙B屋作業員の聴力低下をみるとA屋作業員と異つた傾向を有する様である。

第4章 考案並びに総括

当 Engine 試験室の環境調査³⁴⁾によると、温度条件は冬期として通常の状態即ち気温 0°C

第8表 作業後と前の聴力差 (500 cps 単位 db)

日	非 装 着 群			装 着 群			B 屋 群		
	被栓耳	前 値	差	被栓耳	前 値	差	被栓耳	前 値	差
18/I	AR	15	5	BR	10	5	HR	15	0
	AL	15	5	BL	10	5	HL	40	0
	FR	25	10	CR	5	15	IR	10	10
	FL	10	20	CL	5	10	IL	10	5
	GR	25	20	DR	15	5	JR	15	5
	GL	20	10	DL	15	15	JL	20	0
				ER	20	-5			
			EL	15	0				
19/I	AR	5	5	BR	5	5	HR	15	15
	AL	5	0	BL	5	5	HL	40	0
	CR	5	10	DR	5	10	IR	5	0
	CL	10	0	DL	5	5	IL	10	-5
	ER	10	-5	GR	20	0	JR	10	5
	EL	10	-5	GL	15	10	JL	15	-5
	FR	25	0						
FL	30	0							
20/I	BR	5	5	AR	5	10	HR	0	20
	BL	10	5	AL	0	0	HL	45	-5
	ER	15	0	CR	0	15	IR	0	15
	EL	10	5	CL	5	5	IL	-5	20
	GR	15	10	DR	5	15	JR	15	0
	GL	15	10	DL	10	10	JL	10	5
				FR	30	0			
			FL	25	5				
21/I	ER	5	5	AR	20	10	HR	10	10
	EL	5	5	AL	5	5	HL	40	0
	FR	30	-5	BR	15	0	IR	0	5
	FL	35	-5	BL	10	0	IL	5	5
	GR	20	10	CR	5	10	JR	5	0
	GL	20	10	CL	10	5	JL	15	0
				DR	10	5			
			DL	10	0				
23/I	AR	20	0	BR	15	0	HR	10	10
	AL	5	0	BL	10	0	HL	40	0
	CR	10	5	DR	5	10	IR	5	0
	CL	5	5	DL	5	10	IL	10	0
				GR	20	-20	JR	15	-5
			GL	15	5	JL	5	5	
24/I	BR	5	5	AR	15	5	HR	10	5
	BL	10	0	AL	5	0	HL	40	5
	CR	10	0	ER	10	-5	IR	5	5
	CL	10	0	EL	10	-5	IL	0	5
	DR	5	5	FR	25	5	JR	10	0
	DL	5	5	FL	20	10	JL	10	0
	GR	15	10						
GL	15	5							

を上下し感覚温度で 10°C 前後にあり、試験 Engine の排気ガスによる室内汚染は CO 濃度の点からは認められない。騒音は最高値 105 ホン最低値 80 ホンで 95 ホンをモード値とし、300~600 cps と 1200~2400 cps に主成分を有する変動騒音²²⁾である事を知った。即ち作業環境としては騒音が強大である他は衛生学的に特に考慮を払う余地は無いと思われた。依て今回の実験成績は強大な騒音の影響によると考えられる。

第1節 自覚症よりみた耳栓の効果

第9表 A屋群作業前値 (bd)

cps	日					
	18	19	20	21	23	24
4000	11.4	11.4	11.7	12.1	13	11.2
1000	11.7	7.1	7.1	11.1	6.5	9.5
500	19.6	11.1	10.7	19.3	11	11.6

第10表 装着群非装着群B屋群の作業前値 (bd)

cps	群		
	装着群	非装着群	B屋群
4000	12.1	11.4	32.0
1000	7.5	10.7	9.7
500	11.2	13.4	14.5

第11表 聴覚疲労値 (bd)

cps	群		
	装着群	非装着群	B屋群
4000	1.9	5.7	2.1
1000	4.3	4.4	2.8
500	5.1	4.7	6.8

騒音の心理学的影響は幾多の研究が有り、桐原の綜説⁴³⁾によると、80ホン程度で注意を要する作業能率が低下し始め、100ホンになるとそれが可成り甚しくなると共に不快感を伴い、此影響は作業のテンポやリズムを乱し、注意力の集中を妨げ、精神的重圧を加え、作業能率を低下せしめるものとされている。又聴覚刺激がストレッサーになる事が知られている⁴⁴⁾⁻⁵⁰⁾。騒音による障碍の自覚的訴えについては、庄司等が⁵¹⁾公害上から日常生活の障碍、諸種の情緒的障碍、身体的影響を調査して居るが、身体的に現れた影響を見ても、60ホン以上に於て頭痛、顔色が悪い、胸のどうき、耳痛と云う事があると。武富⁵²⁾は炭鉱穿孔作業者429名中、喧噪感40%、耳鳴36%、眩暈14%、耳閉塞感13%、過労後の耳鳴増11%、神経衰弱様症状9%、頭痛頭重感1%、耳痛0.5%を認め、特に勤続年数5

年以下の者に5年以上の者より自覚的訴えの頻度が高いと。三浦³⁾は某自動車工場に於て225名中、耳鳴72%、耳痛31%、夕方聞えが悪くなる42%有り、又造船工場で177名中、頭痛9%、耳鳴63%、耳痛4%、いらいら6%、夜不眠7%、聞えが悪くなる24%であつたと、即ち耳鳴、聞えが悪くなるが多く、其他神経症状も訴えて居り、障碍を訴えない者は25%である。著者も少数例ではあるが聞えが悪い、夜不眠、耳鳴と云うのが大部分で、之等諸種の訴えを有する者は約半数に及び同じ傾向を示している。

然るに耳栓装着の結果、全員が騒音の小さくなる事を認め、耳鳴消失、気分が楽になる、疲労感が無くなると云うのが大多数に及び、前述の神経症候の訴えが消失している。之は三浦³⁾の調査と同じ傾向を示す。土肥⁸⁾も耳栓装着は個々の差異はあるが大体に於て良い成績をもたらしていると思われるという。特に著者の如く疲労感が無くなると云う項目が諸報告に見られなかつた。疲労感と云うのは疲労の自覚症としては明確を欠くと考えられるが疲労の定義が明確でない現在簡明な表現法であると思われる。此点に関する詳細は別報³⁵⁾に論ずる予定である。尙此点は土肥⁸⁾が作業後気分が良いと云う者^{19/52}、変らないという者^{21/52}、却つ悪いと云う者^{3/52}有つたと述べて居るのに通ずるであろう。又之はちらつき値から見た著者の報告^{33) 35)}にも認められる所であり、所謂精神疲労、延いては作業能率の低下を防止し得ると云う点を示唆するものであると考えられる。

一方余り効果が無いと云う者が皆無である事は耳栓の有効性、必要性を裏附けるものと考えられ、話が聞えないと云うのが大多数にあるのは従来より耳栓に附随した宿命の問題であり、有害音を防ぐ事と会話を通過させる事の関連に於ける限界を示す点であろう。此点については森岡²²⁾の云う如く作業上に於ける通信方法の会話以外の方法へ工夫を要する点であろう。感

じが悪い、汚れてきたない、耳が痛い」と云うのは耳栓の材質及び構造と個体感受性の問題であろう。之はすぐ抜けると云う答の無い所に見られる構造上の良い特徴で償えるのではなからうか。此点に於て三浦、土肥の調査との相異は、プラスチックと人造ゴムと云う材質並びに構造上の相異に依るものであると考えられる。但しエンジンの調子がわからなく作業上の危険性を述べた事は鈴木⁵¹⁾が炭鉱内で落盤を予知し得ない危険性を作業員が感ずると云う報告、土肥⁸⁾が作業中の危険又は不安を感ずる者が一部有ると述べているのと同じく耳栓のみでなく防音具全般に関し如何に解決するか今後の研究に俟たねばならない。

第2節 聴力について

Audiogram 上大多数がA型(正常)であるが、高音障害型の傾向の見られる事は、95 ホンの騒音裡にある影響であつて諸家の報告と同じである。而して質問紙法により難聴を自覚する者が3名27%、他人に注意された事がある者2名18%であつて、残り55%は自覚していない。

三浦⁹⁾は普通と答えて居る者が経験5年未満では36%(自動車工場)~33%(造船工場)と述べた。武富⁵²⁾は難聴を自覚し訴えた者を勤続年数3年未満では被検者の32%、4~5年で44%、両者を合すると39%になり、その自覚動機は経験年数3年未満で自覚し訴えた者の中、会話語聴取困難67%、時計音聴取困難20%、電話聴取困難13%に見出され、5年未満も同じ傾向にあり、全員の過半数が5年以内に自覚し始めたと述べて居る。

著者の例は諸家の報告と同じ傾向にあるが正常者が多い様である。之は大多数の経験年数が短い事と、騒音レベル並びに成分の相異によると思われるが、一部長経験者に高度な難聴自覚の存する所から経験年数の増加に伴い難聴自覚者も増加するものと思われる。

一方標準聴力によると20 db 以下は90%あり殆どが正常者である。之も久成⁵³⁾が言語了解域に於て経験5年未満では15~30 db 低下した者23%あり、宮下⁵⁴⁾が15 db 以下(正常)が52.5%、15~30 db 低下が33.5%にあるのに比すると難聴者が少い。此所にも長経験者に高度難聴度50 db を認める事を併せ考えると前項と同じ傾向を数値的に他の面から現したものと考える。

然し乍ら質問紙による自覚難聴度と純音検査による標準式と平行していない点、それ等とAudiogram と一致しない理由は、純音検査と言語検査との関係が充分解明されていない現在では明らかにするのは困難である。即ち純音検査と言語検査との関係については、Fletcher, Carhart, Harris, Hughson and Thompson, Palva, Goldon, 河田, 新井及び志井田, 武山⁵⁵⁾の研究があり、武富⁵²⁾は難聴感を自覚しない者の中に約30%の聴力障害者を認め、AC型、c-dip型が非常に多い。難聴を自覚した者の中に正常聴力と思われるAudiogramを示した者が約20%あり、了解に苦しむと述べ、聴力の訴えと聴力像の両者間に矛盾の存する事を認め、単なる対比は矛盾を生ずる事は当然の事かも知れないと云う。小西、藤原、服部も難聴の自覚とAudiometryとの矛盾を認めて居る。久保⁵⁶⁾は175名の難聴者から叫語聴取距離と聴力標準値とは平行しないと述べて居る。

斯の如く聴力標準値は聴力障害の早期徴候を表示し得ない欠点を有する。然し乍ら之等の関係を総括すると日常大なる会話障害を未だ来していない早期に於て純音検査上音響性外傷の徴を見出し得ると云う諸家の説を再確認したものであると云える。

第3節 作業前後の聴力

翻つて上述の如く一応正常聴力と見られる群に於て、作業後の聴力損失値より耳栓の効果を検討した結果を見る。

第1項 作業前値について

作業前値に日々の変動が無く耳栓の装着群、非装着群も同じ値である事は後述の如き聴力低下が翌朝迄には恢復されて居る事であると云える。其の上B屋群が推計学的に異質であると認められる事は前述の如く環境のみでなく、経験年数の相違を考慮に入れなければならぬ所であり、自覚聴覚並びに Audiometry にて中等度難聴者の居る事によつても理解されるであろう。

聴覚疲労と其恢復過程については音響性外傷の手懸りを得ようとして数多の研究がある⁵⁾。恩地¹⁴⁾はリベット打ちを30分聴取して生じた聴覚疲労(c⁵ 約 20 db)が6~18時間位で恢復したと云い、服部³⁰⁾は Rifle 射撃後の聴力型に変化を生じ60時間で70%が常態に復したと報告して居る。Ruedi 等¹⁰⁾は休日で恢復する部分がある。江崎等⁵⁾は動物で130ホンでは5~10分の曝露で約12時間を要し、曝露時間の延長と共に恢復時間が延長し此騒音の成分周波数により恢復する周波数の型が異なる事を報じて居る。森岡¹⁷⁾は人体で90 dbの純音曝露1時間により低下した聴覚の恢復は周波数により異り1時間前後乃至4~6時間後である事、又⁵⁹⁾純音90 db 曝露で1時間後に最大の聴力低下を生じ以後曝露時間の延長に拘らず概ね一定であるが曝露時間延長に伴い恢復時間が延長する事を認め此所から騒音限度を90ホンと述べて居る。Davis⁵⁷⁾、中村⁵⁸⁾は聴覚疲労の恢復過程が複雑である事を報告して居るが、一応負荷停止後の耳鳴の存否、恢復時間と負荷時間の大小を基準として生理的負荷と病的負荷の境界は負荷時間が数分乃至数時間の範囲内で3000 cps に於ては80 db 乃至90 db としている。執行²⁹⁾は右側に恩地式耳栓を装着し左耳を開放して某製釘工場内を話しつゝ巡回後に一定位置に居た他の二人よりも難聴程度が大で、恢復に時間を要したのは個人差も考えねばならぬが話しつゝ巡回した事により内耳に対する荷重が強い為である。

原田⁶⁰⁾は thermal noise 125ホン5分間刺戟と純音 100 cps 100 db 5分間刺戟とによる疲労曲線を同一人にとり、正常人10名について検した結果、純音疲労曲線は最大損失部 1500 cps の部で大体 30~35 db で略々一定して居たが thermal noise の場合は全く個人差が甚しく、之よりも騒音による疲労を純音による疲労より推定する事の困難さを知つた。まして騒音職場に於ける複雑な条件下の労務者の聴力を単純な純音疲労試験を以て断定する等は暴論に等しいと云えよう。又疲労実験に於ては刺戟音が強大であればある程各個人の聴力損失の特徴は似通つて来るのであるが100 db 以内の弱い刺戟では個人差が強く現れて来るし、又個人の変動も強くなるものである。騒音の影響は殆ど同程度の純音よりも弱いもので、従つて騒音の個人差は純音よりも甚しい事は前述の通りである云う。

斯の如く何れも聴覚疲労は音響性外傷の潜在性要因であると考えられ、その恢復状態は音の強さ、周波数、曝露時間によつて異なるが尙個人差が甚しい。

而して騒音の影響は純音或は thermal noise による検査成績とは必ずしも一致するものではないと原田⁶⁰⁾が述べて居る如く之等の実験成績と著者の成績の差異は音の種類のみでなく実験条件の相異に基くものであつて同一には論ぜられないであろうが、後述の如き聴覚疲労の存する事から音響性外傷の危険が無いとは云えない。

依つて河田⁵⁾が火器爆音に関する人体実験から幅広い疲労曲線の集積に個体差も織り込まれて居るし、其他の要素もある、激しい数時間に亘る強大音響の場に在つて等閑に附されないのは鼓室小骨筋反射の態勢の波の山であり谷であろう。それは人間の長時間に亘る不断の緊張の不可能をよく物語つて居ると述べて居る如く、ましてや長年の間には年齢と共に或は疾病、疲労等により1時的にしても河田⁵⁾の云う如くトームスを高位に保持出来ない為に受傷性の亢

進、又は傷害の恢復力低下等の繰返しを考へるならば、B屋作業員の如く恒久的聴力障へは生ずるであろう。

従つて著者の例も95ホン前後にて1日作業中曝露している状態を長年続ければ、現在短い経験年数に於ては騒音による聴力疲労が翌日恢復しているけれども、作業前値即ち騒音曝露前の聴力に異常差を生じて来る危険性がある事を示すものであろう。之は職業性難聴発生機転に關し従来とは異つた観点から論じ得たものと思ふ。尙此点の確認は今後の実験を必要とするであらう。

第2項 作業後の聴力損失値と耳栓の効果

近年の音響学的考へに基いた耳栓について、基礎的実験にて武富、恩地、岡本、島がその有効性を論じて居る事は緒論に述べた如くであり、江崎⁵¹は耳栓を使用すると其側は小程度乍ら聴力損失を來し、回を重ね、時間を長くすると非耳栓側との損失差は少くなり恢復も不良となると云う、土肥、原口、Zwislocki、森岡等が防音効果の限界を認めて居る事も前述の通りである。

臨床的には次の如くである。土肥⁸¹は現場騒音下に1時間單純に曝露して耳栓は可成り防音効果の有る事を論じ、武富⁶¹は短時間の強振動との相乗作用に於て觀察し武田⁶²は数例の火器発射について数種の耳栓の効果述べ、鈴木³¹は5カ月後に耳栓装着は稍々聴力低下を防いで居る様であると報じ、Ogden²⁷は砲術学校生徒について6週後の聴力を比較して耳栓の防音効果を論じ、服部³⁰はRifle射撃後の聴力型変化を觀察し耳栓使用者と非使用者は統計的に見て本質的差異が無いが無変化型、低調音低下型が多く、高調音障へは明らかに減少し、損失聴力の恢復が早い、故に耳栓は聴力障へを防止し得ると論じ。執行²⁹は右側に恩地式耳栓を装着し左側は開放して約1時間後3人の聴力低下が耳栓側で認めなかつたとし、Davis²⁷も有効性を述べて居る。

以上各々耳栓の有効性を認めているが、同一人でも左右耳に感受性の相異が考へられ、1日作業を課した後では疲労の問題とも關連して生体内部からの影響により聴力測定値への反應延いては耳栓装着の有無による測定値の差を生ずるや否や疑問の存する所である。

之等聴覚疲労については前項で詳述した如くである。

かゝる点から著者の実験は該作業場附属の防音室を利用し作業と測定との時間的間隔を有しない測定値により作業前後の聴覚損失値としては約5dbを得た事、4000cpsに於ては耳栓装着により此閾値上昇即ち疲労を防止し得た事を推計学的に立証した。而して1000cps、500cpsは遮音試験に於て僅かに防音効果が認められたにも拘らず、実験例に於て防音効果を認め得なかつた事は、低周波数を比較的通過させる耳栓構造上の問題によるものであろう。此点については森岡も基礎的実験²³に於て認めて居る。又耳栓挿入による骨導の増強が伝音系の正常者には2000cps以下で生ずる事を恩地⁶³が述べている事に關連すると思われるが、此間接骨導は原口²⁹の論ずる所によると大体100ホン以上で始めて有害性が認められると述べている故に、著者の如く100ホン以下では恩地氏現象は除外し得られると思われる。

従つて以上の事を總括すれば95ホンの騒音環境に於て1日作業すると翌日迄には恢復する所の約5dbの聴覚低下が生じ、耳栓は高調音域に於て此現象を防止するが、低調音域は効果が出なかつた。依つて耳栓の効果は100ホン以下の騒音環境に於ても限定されて居ると云へるであらう。

さて聴覚疲労が感音系難聴に生じ易い事は耳科臨床上感音系難聴と伝音系難聴の鑑別診断に

応用(切替³⁶⁾)され内藤⁶⁴⁾は相当の価値があると述べているが、正常耳でも強大騒音で生じる事は前項に詳述した通りである。而して此値が本実験では僅5 dbであつたけれども現場騒音95ホンと云う事を併せ考えると個々の値に於て大きな聴覚疲労値を見出し得る事は理解されるであらう。又就職直後の数日間は高度の聴力低下が見られるが、騒音に馴れるに従つて聴力損失は小さくなる事が知られている⁶⁵⁾事からも、約1年の経験年数が大多数である事を考えると小さい数値でも意義は大きいと思われる。こゝに河田⁶⁾が1次的聴力低下を繰返す事により恒久的障害を招来するものであると推定している如く、両者の悪循環により音響性外傷は加速度的に増悪するであらうと仮定すれば、此悪循環を防止すると云う点から、耳栓の効果に限界があつても長期装用は重要な意義を見出し得る。

而して此限界を補うものは個体差であつて感受性の鈍い者を選定し配属すると云う事が必要であらう。

第4節 総 括

以上を総括すると耳栓は聴力障害予防に限界を有する故に防音対策は之を以て万全としてはならない乍らも長期に亘つて装用する事は有効な手段の一つである。一方短時間でも神経症状から来る疲労問題延いては作業能率に関して種々示唆する所があり、騒音に影響されて生ずる所謂精神疲労を軽減させ得ると考えられる。従つて聴力のみならず生体の全体的考察の立場からも、一種のストレスを防禦すると云う点に於て耳栓は有効であると考えられる。但し通信方法と作業上の危険を予知する方法に関しては別に考慮を要する問題である。理想は騒音の発生自体を減弱する事である。

第5章 結 語

騒音レベル95ホンの某エンジン試験室従業員に耳科的検索を行い、耳栓を装着させて観察し次の事を知つた。

- 1) 耳科神経症的訴えを約半数に認めた。
- 2) 耳栓装着により此耳科神経症的訴えの消失を認めたが、一部に会話障害と作業上危険性を感じる者があつた。
- 3) 難聴を自覚する者27%，他人から注意された事のある者18%，何等自覚しない者55%であつた。
- 4) Audiometerにより大多数は正常型であつたが高調音障害の傾向を認め $\frac{C_2+2C_4+C_5}{4}$ 式により20 db以下の者が90%であつた。
- 5) 之により標準聴力値が低下しない時期、或は難聴を自覚しない時期に純音検査で音響性外傷の徴を発見し得るであらうと推測された。
- 6) 其正常者について検した処作業後に聴力損失を認め、耳栓装着により特定周波数範囲に於て之を防止する事、翌日には何等影響を残して居ない事等を推計学的に証明した。
- 7) 而して翌日には恢復する聴覚疲労であるけれども、長年の間には聴力障害を来すであらう潜在因子を有すると推定された。
- 8) 以上から100ホン以下の騒音裡でも耳栓の防音効果は限界を有するが、神経症的訴えの消失から疲労問題、能率向上等に効果がある事を示唆する点を考察した。

拙筆するに当り終始御懇篤な御指導と御校閲を賜りました恩師谷川教授に満腔の謝意を捧げ、併せて種

々御便宜を与えられ且つ御援助を下さいました日立製作所多賀工場及び多賀病院の方々、特に衛生管理者青山政輔氏に厚く御礼申し上げます。

本論文の要旨は、第31回日本産業医学会に発表した。

文 献

- 1) 高田実：騒音防止，修教社書院，昭12.
- 2) 実吉純一：騒音源を衝け，日本音響学会誌，9(3)，171，1953.
- 3) 三浦豊彦：騒音概説，労研資料，昭28.
- 4) 川畑愛義：環境衛生学，金沢書店，1954.
- 5) 河田政一：音響性外傷としての騒音問題，日本耳鼻咽喉科学会第56回総会宿題報告要旨，昭30.
- 6) 田波潤一郎：衛生学，文光堂，昭32.
- 7) Ballenger and Ballenger：Acoustic Trauma. ; Diseases of the Nose, Throat and Ear, tenth Edition, Lea & Febiger, Philadelphia, 1957.
- 8) 土肥勝利：職業性難聴に於ける耳栓の騒音防止効果について，日耳鼻，56(9)，1，昭28.
- 9) 木田信子：騒音を防ぐための耳栓について，労働科学，25(2)，8，1949.
- 10) Ruedi, L. and Furrer, W. : Traumatic Deafness; Medicine of the Ear (Fowler), Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1948.
- 11) 猿田南海雄他：ガス炭塵曝発の聴器に及ぼす影響並びに耳栓の効果に就ての実験的研究，労働科学，31(10)，707，昭30.
- 12) 石光正久：工場騒音障害に関する研究，医学研究，26(12)，3201，昭31.
- 13) 松野喬：騒音環境に於ける耳栓の効果についての実験的研究，労働科学，30(4)，255，昭29.
- 14) 恩地豊：オーディオグラムに認められたる c⁵-dip の研究，耳喉，23(12)，493，昭26.
- 15) 恩地豊：職業性難聴とその予防法，耳鼻臨床，44(11)，411，1951.
- 16) 俣野仁一：会話音に可及的影響のない騒音防止用耳栓の一つの工夫について，労働科学，29(8)，428，1953.
- 17) 森岡三生他：音響曝露による聴力の変化について(第一報)，労働科学，30(9)，565，昭29.
- 18) 島誠一：恩地式防音プラグの防音効果について，耳鼻臨床，45(7)，321，1952.
- 19) 岡本途也他：防音用耳栓の実験的研究，日本音響学会誌，11(2)，102，昭30.
- 20) 武富義正：耳栓の研究(第1報)，日耳鼻，59(2)，232，昭31.
- 21) 武富義正：耳栓の研究(第2報)，日耳鼻，59(3)，468，昭31.
- 22) 森岡三生：工場騒音についての二三の考察，労働科学，29(10)，535，昭28.
- 23) 森岡三生：防音保護具の研究(第4報)，労働科学，31(7)，461，昭30.
- 24) 土肥勝利：耳珠圧抵式防音具について，労働科学，31(10)，695，昭30.
- 25) Zwislocki, J. : Design and Testing of Earmuffs; J. Acoust. Soc. Am., 27(6)，1154，1955.
- 26) 原口静彦他：頭部から間接骨伝導性に侵入する騒音の問題に就て，日耳鼻，60(8)，1015，昭32.
- 27) Ogdén : Effect of Gunfire upon Auditory Acuity for Pure Tones and Efficiency of Ear Plugs as Protection; Laring, 60, 10, Oct., 1950.
- 28) Glorig, A. : The Practical Aspects of Ear Protection; A. Indust. Hyg., Quarterly, 17(1)，43，1956.
- 29) 執行孝胤他：恩地式防音 Plug の小験，日耳鼻，59(9)，1587，昭31.
- 30) 服部敏他：Rifle 射撃後の聴力変化に関する調査(1)，射撃後の聴力変化の時間経過に伴う変動並びに耳栓に因る難聴発生防止効果，保安衛生，3(6)，692，昭31.
- 31) 鈴木芳彦他：堅坑掘さくに依る難聴防止について，労働科学，33(2)，157，昭32.
- 32) 太田文彦他：職業性難聴の観察，北野病院紀要，2(2)，67，昭32.
- 33) 下田哲夫：騒音に関する研究，千葉医誌，31(6)，1011，昭31.
- 34) 下田哲夫他：某自動車エンジン試験室の環境調査，(未発表).
- 35) 下田哲夫他：ちらつき値並びに疲労の自覚症よりみた騒音問題，(未発表).
- 36) 切替一郎：聴覚検査法前庭迷路機能検査法，医学書院，1951.
- 37) 森岡三生：防音保護具の研究(第3報)，労働科学，30(10)，614，昭29.
- 38) 山本剛夫他：耳栓の研究(第一報)，労働科学，31(1)，19，昭30.
- 39) 増山元三郎：少数例の纏め方と実験計画の立て方，河出書房，昭26.
- 40) 高橋暁正他：推計学入門，医学書院，1951.
- 41) 北川敏男他：新編統計数値表，河出書房，1952.

- 42) 河田政一: 神経難聴オーディオグラム聴力型の種類, 耳喉, 24(12), 609, 昭27.
- 43) 桐原葆見: 環境の心理(騒音), 生理学講座, 第5巻, 中山書房, 1952.
- 44) 田多井吉之介: 汎適応症候群, 協同医書出版社, 昭28.
- 45) 坂本弘: 騒音と適応に関する研究(第1報), 労働科学, 32(12), 1005, 昭31.
- 46) 坂本弘: 騒音と適応に関する研究(第2報), 労働科学, 33(2), 93, 昭32.
- 47) 坂本弘: 騒音と適応に関する研究(第3報), 労働科学, 33(3), 175, 昭32.
- 48) 坂本弘: 騒音と適応に関する研究(第4報), 労働科学, 33(5), 308, 昭32.
- 49) 猿田南海雄他: 騒音の自律神経系に及ぼす影響, 労働科学, 32(4), 343, 昭31.
- 50) Anthony, A.: Changes in Adrenals and other Organs Following Exposure of Hairless Mice to Intense Sound; J. Acoust. Soc. Am., 28(2), 270, 1956.
- 51) 庄司光他: 都市騒音の許容値に関する研究(第1部), 日本音響学会誌, 9(4), 255, 昭28.
- 52) 武富義正: 炭鉱従業員の職業性難聴の研究(第2報), 労働科学, 32(11), 896, 昭31.
- 53) 久成正生他: 工場騒音の周波数分析並びに聴力損失, 鉄鋼労働衛生, 3(4), 60, 昭29.
- 54) 宮下道夫: 工場騒音に関する研究, 労働科学, 29(5), 273, 昭28.
- 55) 武山貢次: 純音聴力と言語聴力との関係 (Audiogram から明瞭度曲線を求める方法), 日耳鼻, 58(8), 338, 昭30.
- 56) 久保正雄: 聴力標準値について, 日耳鼻, 58, 臨時号, 20, 昭30.
- 57) Davis: Protection of Workers against Noise; Indust. Hyg. Foundation, Transact. Med. an d Eng. Section (Bull 3), 915, 1945.
- 58) 中村賢二: 聴覚疲労に関する研究, 日耳鼻, 59(11), 1920, 昭31.
- 59) 森岡三生: 音響曝露による聴力の変化について(第2報), 労働科学, 30(12), 763, 昭29.
- 60) 原田筑紫: 音響性外傷に関する実験的研究(前編), 人体実験, 日耳鼻, 59(1), 92, 昭31.
- 61) 武富義正: 鑿岩機の聴器に及ぼす影響, 日耳鼻, 59(10), 1793, 昭31.
- 62) 武田貴美他: 火器発射音による職業性難聴(第2報), 日耳鼻, 58, 臨時号, 18, 昭30.
- 63) 恩地豊: 伝音感音障害の鑑別診断法, 耳喉, 24(13), 4, 昭27.
- 64) 内藤恒雄: 聴力疲労検査法の臨床的観察, 日耳鼻, 59(11), 1971, 昭31.
- 65) McCoy, D. A.: The Industrial Noise Hazard; Arch. Otolaryng., 39, 327, 1944.

(受付: 1958年2月1日)(特別掲載)