総 説

耳鳴治療のための新しい試み

— masking の文献的考察 —

島川 博美・有沢 嘉朗・小佐井 真

A New Method of Treatment of Tinnitus

— a review of the relevant literature on masking —

Hiromi Shimakawa, Yoshiro Arisawa and Makoto Kosai

(Tokushima University)

Masking has recently drawn a special attention as a new method of tinnitus treatment. However, there are still many unsolved problems concerning its physiological mechanism, its effective use and its possible influence on the auditory organs. A review of the relevant literature takes these problems into consideration.

は じ め に

masking は、耳鳴治療の新しい手段として、近年とくに注目されている。しかし、耳鳴の masking 作用の発現機序、効果的な応用法、聴器に及ぼす影響など、まだ未解決な問題点が多く存在する。今回著者は、これらの問題点を明確にし、今後研究すべき課題を明らかにするために文献的考察を行った。

masking について、最初に記載したのは、B. C. 400年 Hippocrates であると Vernon は述べている。1903年, Spaulding は、耳鳴のピッチの判定に、バイオリン、ピアノ、オルガンなどを使用した。耳鳴に似た音を聞かせた後、一過性に耳鳴が消失することを経験した。1931年, Josephson¹⁾ は、耳鳴近似周波数の音を聞かせると耳鳴の消失がみられ、この現象は、反対側の耳から聞かせても同様におけると述べた。また、この刺激の中止後も、一時的に耳鳴の消失の続くことを報告した。

masking を初めて治療に応用したのは、Saltzmann²⁾(1949) であり、彼は、耳硬化症に伴う耳鳴の治療に、補聴器の使用を推めた。これは、難聴に伴う耳鳴の症例に、環境騒音を増幅して聞かせることにより、耳鳴を軽快させようという試みである。耳硬化症の耳鳴の性質は、比較的低音のものが多く、環境騒音により、たやすく遮蔽することができ、耳硬化症患者に多くの恩恵をもたらした。

しかし、まもなく、耳硬化症に対する手術療法が発達して、聴力改善のみならず、耳鳴も軽減された。そのため、手術療法の普及に伴い、耳硬化症に対する補聴器の使用は、すたれてしまった。

Bouchet (1952) は、耳鳴が 6 ヶ月続いていた 62 才の男性が、材木小屋の鋸から突然おこった大音響に失神し、気がついた時には、耳鳴が消失していたことを報告した。このことに注目した Reed³⁾ (1961) は、acoustic therapy と名付けて、100 例に検討を行った。彼は、耳鳴の中心周波数よりやや高い純音を 120dB 以上の強さで 10 分間与え、この治療を 1 週間に 1 回の割合で、計 3 回行った。その結果、100 例中、耳鳴消失 23 例、軽快 13 例、不変 23 例、増悪 17 例、不明 24 例の成績を得た。しかし、この結果は、一時的なもので、ひろく応用できる程の満足の得られるものではなかった。

その後、Feldmann⁴⁾ (1971) は、耳鳴の masking 過程において、masking 終了後も耳鳴の消失する期間があることを報告し、Vernon⁵⁾ (1977) が、この現象を Residual Inhibition と名付けた。治療の目的での tinnitus masker を初めて紹介したのは Deweese (1975) であり、Vernon, Pulec, Schleuning らにより、この方法による耳鳴の治療成績が報告された。

Roeser⁶⁾ (1980) は、masking の効果を 2 つの観点よりとらえ、active relief と passive relief とに分けた。前者は、masking 音で耳鳴を遮蔽することにより得られるものであり、後者は masking 音を取り去った後の Residual Inhibition を示す。

以下、Roeser の分類に従い、active relief, passive relief (Residual Inhibition) の 2 面より、masking を考察し、同時に masking の評価法としての masking curve さらに masking の治療の実際について言及する。

active relief について

active relief とは、外部から音を聞かすことにより、音の与えられている間、耳鳴の消失を経験することである。たとえば、後述の tinnitus masker を装着している間、耳鳴の軽減している状態を示す。実際には、耳鳴近似周波数で、active relief が一番得られやすいと言われており、最小の masking 音で active relief を得るためには、ピッチマッチ法で、正

確な耳鳴周波数を知ることが大切である。

Roeser は、active relief で最も重要な点は、masking 音が耳鳴に比べて、うけ入れやすい音かどうかであると述べた。効果的な active relief を得るためには、耳鳴周波数に近似しており、かつ受け入れやすい音が masking 音として必要と考えられる。

passive relief について

passive relief あるいは、Residual Inhibition (R I) とは、前述の如く masking 終了後も、耳鳴の消失の続く現象を言う。Vernon⁷⁾ (1978) は典型的な R I は、1 分間の masking により、耳鳴の全く消失する期間 (complete RI) が約 20~35 秒続き、その後 30~35 秒間で、消失していた耳鳴が徐々に大きくなり (partial RI)、もとの大きさになると述べた。

Feldmann⁴⁾ (1971) は、R I は患側刺激、反

対側刺激とも同じように見られると報告した。一方、Vernon⁷⁾ は、反対側刺激では R I がおこらず、このことから、R I は末梢の関与している現象であると述べている。また、患側からの masking が、R I を生じない時、耳鳴の発生部位は、末梢でなく、高位中枢であろうと仮定した。しかし、R I に関与する部位や発生機序については、まだ明確にされていない。

R I に関する調査は、多数報告されている

が, masking の条件は, 研究者により異なっている. 大山⁸⁾(1983), Goldstein⁹⁾(1981), Roeser⁶⁾(1980), 町井¹⁰⁾(1984) は, minimal masking level (MML) 上 10dB で 1 分間, 松平¹¹⁾(1983) は, MML 上 10dB または 30dB で 1 分および 10 分間, 北原¹²⁾(1983) は MML で 3 分間と MML 上 5dB で 3 分間の条件で R I の観察を行った.

R I の出現率については, 大山は 67%, 松平は 74%, 町井は 73.5%, Goldstein は 78%, Roeser は 69%, 北原は 35%, 53% と述べている. 北原の報告を除き, R I 出現率は約 70% 前後とするものが多い. R I 出現率につき, 松平は masking 音の種類, 大きさ, 負荷時間による有意差を認めなかったと述べている.

R I の出現には, 耳鳴周波数が関係しているという考えもあり, 大山は 2KHZ 以上の純音性耳鳴, 松平は 4KHZ の純音性耳鳴に R I 出現率が高かったと報告している.

Bailey¹³⁾(1979) は, masking の条件をかえて, R I の持続につき, 観察した. 負荷時間を

5 秒から 30 秒にかえることにより, 反応を調べたが, 負荷時間が長いほど, R I 持続時間も長くなるという結果を得た. 次に masking 負荷として使用する音圧につき調べたが, masking 音圧は高いほど R I 持続時間は長いと述べた.

以上の如く, R I 出現率については, ほぼ一様な意見がみられるが, 耳鳴周波数と masking 音圧, 負荷時間などと R I の関係については諸家の意見が一致せず, 今後の追試が必要と思われる. また, R I を治療に応用するには聴器への影響も考慮せねばならず, 最小音圧, 最短負荷で, 最大の効果を得ることが理想的であろう. 今後, R I についてより詳細な検討が行われ, 一層効果的に耳鳴治療に応用されることが望まれる.

なお, 町井¹⁴⁾(1984) は, masker を 2 時間装着し, その後に出現する比較的長期の耳鳴の減弱または消失する現象を after inhibition (後効果) として, Vernon の R I とは異なるものと述べている. 両者の相違は, 耳鳴発生機序の究明を要すると思われる.

masking curve に関して (図参照)

耳鳴の評価には, ピッチマッチ法, ラウドネスバランズ法, masking curve 法などが用いられている. このうち, masking curve 法は, 刺激音の種類や強さによる masking の効果の判定に利用され, 近年特に注目されている. Feldmann⁴⁾(1971) は, 純音・狭帯域雑音・白色雑音を用い, 刺激音を聞かせ, 耳鳴の消失する点をプロットし, masking curve とした. 彼は約 200 人につき調査し, 以下の如く分類した.

① convergence type (収斂型)

高周波のピッチの耳鳴と, 高音域の聴力域値低下を伴うことが多く, masking curve は, 高音域で, 純音聴覚の域値曲線に一致する. この型は, 職業性難聴に多く, 34% が, この型に分類された.

② divergence type (分離型)

域値曲線と masking curve が低音域から高音域にかけ, 分岐しているもので, 3% にみられた.

③ congruence type (合同型)

域値曲線と, masking curve が 10dB 以内に一致するもので, 32% がこの型に分類され, メニエール病, 突発性難聴, 耳硬化症にみられた.

④ distance type (距離型)

域値曲線と masking curve が互いに離れているもので, 20% がこの型に分類された. 中耳や, 内耳のいろいろな病態においてみられた.

④' dispersion type (分散型)

masking に必要な強さが, 純音と狭帯域雑音で違うものであり, distance type の亜型.

⑤ persistence type (固執型)

masking できないもので, 11% にみられ, 高度の感音性難聴, 聾がこの型を示していた.

Types of Masking Curve
☒ masking curve の分類 (Feldmann, 1971)
●—● 気導曲線
○—○ 遮蔽曲線

後に Mitchell¹⁵⁾(1983) は、32人について同様の分析を行い、convergence type 53%, congruence type 19%, distance type 22%であったと述べている。また、Goldstein⁹⁾(1981) は、52人に耳鳴側より狭帯域雑音を与え、convergence type 23%, congruence type 23%, distance type 21%, divergence type 2%, persistence type 37% との結果を得た。そして、反対側刺激でも、convergence type がふえた以外は同様のパターンを示したと述べている。町井¹⁰⁾(1984) は純音および狭帯域雑音、さらに白色雑音を用い、congruence type 48.5%, distance type 19.8%, divergence type 10.9%, dispersion type 5.9% との結果を得た。

各型の masking について Hazell¹⁶⁾(1981) は、convergence type の masking には、高周波の狭帯域雑音を必要とし、現在の tinnitus masker では、そのような音を出すことは難し

いため、治療し難いと述べた。そして、congruence type にはどんな masking noise でも効果的であると述べた。一方、Mitchell¹⁵⁾

(1983) は、convergence type には、広帯域雑音は無効で、3 KHZ 以上の高周波数帯域雑音が必要であるとし、congruence type は、広帯域雑音でも効果があり、他の型では masking は無効であると述べた。masking curve の分類は、Audiogram との関係によって変り得るので、対象例の聴力損失の型の違いによって、その型分類の割合は異なってくる。そのため、聴力像との関係による分析も今後の課題と考えられる。以上のことから、congruence type では、masking 治療の適応があり、convergence type では高周波の帯域雑音による masking が有効と思われ、masking curve の作製は、masking 治療の適否を決める1つの指標になると考えられる。

masking 治療の実際

治療に応用できる masking 装置には、補聴器 tinnitus masker, tinnitus instrument, FM雑音の4つがある。以下、これらの装置の特徴とその使用成績について述べる。

① 補聴器

補聴器は、感音性難聴の患者に使用すると聴力改善と、耳鳴の消失といった2つの効果がある。しかし、すべての耳鳴患者に、補聴器が有効であるわけではない。補聴器の無効な例には2つあり、その1つは、正常聴力に伴う耳鳴、いわゆる無難聴性耳鳴である。もう1つは、高周波の耳鳴の場合である。Vernon⁵⁾(1977) は、現在の補聴器技術では、7000HZ 以上の高周波の音の産生は、むずかしく、耳鳴の周波数がそれ以上であれば、当然、補聴器による masking は不可能であると述べた。

② tinnitus masker

tinnitus masker は、1975年 Deweese によって紹介され、1977年 Vernon⁵⁾ により広めら

れた。tinnitus masker の使用の実際において最も重要なことは、会話能力に影響を与えず、かつ十分耳鳴を遮蔽することである。そのため、Vernon⁵⁾ の考案した tinnitus masker は、300~3000HZ の会話域では、比較的小さな出力を持つものであった。tinnitus masker も高周波を発することの困難性を有するが、現在では、その問題も、しだいに改良されてきている。

③ tinnitus instrument

高度の感音性難聴や、聾に伴う耳鳴では、tinnitus masker の効果に疑問があり、tinnitus masker と、補聴器を連結させた tinnitus instrument が開発された。

④ FM雑音

主に、就寝時に、耳鳴のため不眠を訴える人に用いられる。

以上の装置を用いた masking の治療成績は次のように報告されている。

Vernon⁷⁾(1978) は, 32人に tinnitus masker を使用し, 26人81%に耳鳴の完全な消失を得たと述べている. そして FM 雑音による masking では, 9人中6人 67%に完全な消失を得たと述べている. Pulec¹⁷⁾(1978) は補聴器, tinnitus masker, tinnitus instrument を用い, 28人中23人に masking が成功したと述べた.

Schleuning¹⁸⁾(1980) は, 598人の耳鳴患者の検討を行った. 1976年から1978年の 493人をⅠグループとし, 1977年の 105人をⅡグループとして調査した. Ⅰグループでは, tinnitus masker により 80%, 補聴器により 45%, tinnitus instrument では84%が耳鳴の軽快を得た. Ⅱグループでは, tinnitus masker により83%, 補聴器では64%, tinnitus instrument では, 100%に効果がみられたと報告した.

Roeser⁶⁾(1980) は, 以上のデータにつき, follow up の結果が報告されていないことを指摘し, 20人について, 3~4週の follow up を行った. この20人は, 各種検査の後で, tinnitus masker 使用の適応とみなされた患者であり, うち11人が tinnitus masker を購入した. しかし, 追跡調査により, 使用を続けているのは6人にすぎず, 他の5人はあまり役に立たないと言っていることがわかったとしている.

このように masking に反応する人でも, その効果には, 個人差がある. 従って, 十分な耳鳴の評価を行い, その結果に基づいて最も有効な使用方法を選択することが望まれる.

我が国においても, 近年 tinnitus masker の使用経験が報告されている. 隈上¹⁹⁾(1981) は高域周波帯, 低域周波帯, 広域周波帯の3種の tinnitus masker を35耳に使用した. 低域, 広域周波帯の tinnitus masker の有効性は, ほとんど見られず, 音の煩わしさを訴える

例が多かった. 一方, 高域周波帯 masker は有効であったと述べている. 馬場²⁰⁾(1981) は, 白色雑音 masker を2時間使用し, 59%に治療効果を認めた. しかし, 遮蔽域値は, 耳鳴類似周波数の域値上, 白色雑音で平均21.8dB, 帯域雑音では, 平均 11.4dB で両者の遮蔽域値に大きな差を認めた. この結果より白色雑音 masker の聴覚系への影響を考慮し, 帯域雑音 masker の方が優れていると考えた. 馬場の共同研究者である神尾²¹⁾(1984) は, 帯域雑音 masker を2時間使用し, 75.6%に有効性を認めた. 彼の使用した帯域雑音 masker は6種の異った周波数特性をもつ masker に, 3種の異なったイヤホーンを組み合わせた18種の中から選択した, 耳鳴周波数に最も近いものであった. 町井¹⁴⁾(1984) は, さらに masker の種類を54種とふやし, 76%に効果を認めたが, 帯域雑音 masker の主帯域雑音に耳鳴周波数があるものに有効率が高かったと述べている.

tinnitus masker の問題としては, 馬場の述べたように聴器に及ぼす影響がある. Spitzer²²⁾(1983) は, 静かなところと騒音下の条件で, tinnitus masker を装着した時と, しない時の語音弁別能について調査した. その結果, 静かなところでは, tinnitus masker による影響はみられなかったが, 騒音下では masker 装着により, 語音弁別に著明な低下がみられたと報告した. Loavenbruck²³⁾(1980) は, tinnitus masker 着用者の聴力に対する影響について述べた文献はなく, tinnitus masker の安全性と効果について, 十分なデータがそろうまでは, 耳鳴治療としての tinnitus masker の使用は, 自粛すべきだと述べている.

今後, tinnitus masker の装着適応, 聴力保護を含めた tinnitus masker の効果的な使用方法を明らかにするため, 一層の研究が望まれる.

参 考 文 献

- 1) Jocephson EM : A method of measurement of tinnitus aurium. Arch Otolaryngol 14 : 282~283, 1931.
- 2) Saltzmann M and Ersner MS : Tinnitus aurium in otosclerosis. Arch Otolaryngol 50 : 440~442, 1949.
- 3) Reed GF and Christian MA : A study of the effects of loud sound on tinnitus. Laryngoscope 71 : 167~180, 1961.
- 4) Feldmann H : Homolateral and contralateral masking of tinnitus by noise-band and by pure tones. Audiology 10 : 138~144, 1971.
- 5) Vernon JA and Schleuning A : Tinnitus clinic. Ear Nose Throat J 56 : 181~189, 1977.
- 6) Roeser RJ and Price DR : Clinical experience with tinnitus maskers. Ear and hearing 1 : 63~68, 1980.
- 7) Vernon JA and Schleuning A : Tinnitus. A new management. Laryngoscope 88 : 413~419, 1978.
- 8) 大山健二, 富岡幸子, 高坂知節, 河本和友, 郭安雄, 他 : 耳鳴患者における Residual Inhibition の観察. Audiology Japan 26 : 129~132, 1983.
- 9) Goldstein B and Shulmann A : Tinnitus classification : Medical Audiologic Assessment. J Laryngol Otol suppl 4 : 33~38, 1981.
- 10) 町井一史 : 耳鳴の評価と治療に関する研究. 第1報 耳鳴の客観的評価法について. 耳鼻臨床 77 : 1819~1833, 1984.
- 11) 松平登志正, 山下公一, 佐藤喜一, 宮崎 巨, 坂本 守, 他 : 耳鳴の Residual Inhibition に関する因子. Audiology Japan 26 : 123~128, 1983.
- 12) 北原正章, 内田 郁, 北嶋和智 : 耳鳴の治療と Residual Inhibition. 耳鼻臨床 76 : 2832~2836, 1983.
- 13) Bailey Q : Audiological aspects of tinnitus. Aust J audiol 1 : 19~23, 1979.
- 14) 町井一史 : 耳鳴の評価と治療に関する研究 第2報 耳鳴のマスカー治療について. 耳鼻臨床 77 : 1981~1992, 1984.
- 15) Mitchell C : The masking of tinnitus with pure tones. Audiology 22 : 73~87, 1983.
- 16) Hazell JWP and Wood S : Tinnitus masking a significant contribution to tinnitus management. Brit J Audiol 15 : 223~230, 1980.
- 17) Pulec J and Hodell SF and Anthony PF : Tinnitus: diagnosis and treatment. Ann Otol Rhinol Laryngol 87 : 821~833, 1978.
- 18) Schleuning AJ and Johnson RM and Vernon JA : Evaluation of tinnitus masking program : a follow-up study of 598 patients. Ear and Hearing 1 : 71~74, 1980.
- 19) 隈上秀伯, 馬場正明, 森内晴美, 大沢広秀 : テイナイトス・インスツルメント及びテイナイトス・マスカーの使用経験. 長崎医学会雑誌 56 : 2 ; 148~151, 1981.
- 20) 馬場俊吉, 町井一史, 八木聡明, 神尾友和 : Band noise masker による耳鳴の治療. 臨床耳科 9 : 72~73, 1982.
- 21) 神尾友和, 馬場俊吉, 町井一史, 関根修二, 小林 謙, 他 : マスカーによる耳鳴治療効果. 耳鼻臨床 77 : 909~915, 1984.
- 22) Spitzer JB and Goldstein BA and Salzbrenne JG, et al : Effect of tinnitus masker noise backgrounds. Scand Audiol 12 : 3 ; 197~200, 1983.
- 23) Loavenbruck A : Tinnitus masking devices : safe and effective? J Am Speech Hearing Association 22 : 857~861, 1980.

原稿到着 : 昭和60年2月15日 急載
別刷請求先 : 島川博美
〒770 徳島市蔵本町三丁目18-15
徳島大学医学部耳鼻咽喉科学教室