

幼児の聴力・耳疾患の基礎的調査の研究

— 予備選別システムの検討 —

国立リハビリテーションセンター 横浜通信病院

真鍋 敏毅 山田 朋之

大橋耳鼻咽喉科医院 ダナジャパン

大橋 格 伊丹 永一郎

はじめに

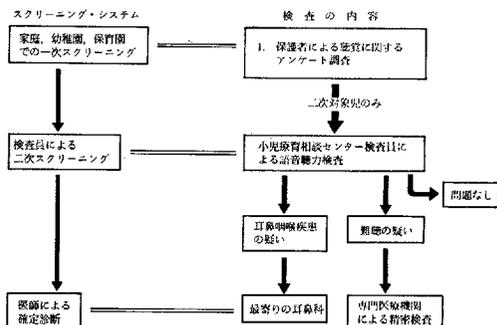
小児前期における難聴と言語発達の異常は密接な関係にある。ところが言語面、とくに発語の異常に関しては非常に敏感な反応を示す保護者もその原因が難聴にあると、難聴を正しく発見しているかといえ、ほとんどの場合が否である。むしろ専門機関で検査をして、その結果、患児の言語障害の原因は難聴であると伝えられると大変に不満の意を表わして帰る保護者に遭遇することすらまれでない。一方、言語面に影響がほとんどみられない軽度の伝音難聴は4・5歳をピークとする小児前期に圧倒的に多くみられる。これは滲出性中耳炎やアデノイド増殖症といった耳鼻咽喉科疾患と密接な関係にある。これらの場合も難聴を主訴として受診することはむしろ少なく、多くは鼻づまり、いびき、中耳炎をくりかえすといった別の症状を訴えてくる。受診後聴力検査を行なって難聴を初めて指摘されて困惑する保護者も少なからずみられる。

このように小児前期における難聴は、その程度が軽度から中等度の範囲にあり、発症が先天性か緩徐である場合、当人にはもちろん周囲の人々に気づかれずに過ごしていることが多い。そこで、われわれは神奈川県下の4・5歳幼児の聴力検査を行なっているわけである。ところがこの聴力スクリーニングを開始する時点から問題となっていたことは、小児の聴力検査そのものがいくつかの点でスクリーニングになじまないということであった。その理由として①聴力検査は心理的な検査であり純他覚的に行ないにくい②域値の決定が

難しい③測定室の環境整備が必要、すなわち防音室の必要性④測定に時間がかかる⑤1人の検者が同時に複数の被検者の測定ができない——などである。一方スクリーニング検査としては①結果の白黒がつけやすいこと、つまり半定性的に行なえること②検査が簡単であること③短時間に多数の検査が処理できること④検査場の環境設定が容易であること⑤コストが安価であること——などが必要となってくる。聴力検査とは元来これら諸条件すべてに合致しないにもかかわらず、一方で4・5歳児の聴力のマス・スクリーニングの要望があるわけだから、①検査精度の低下②スクリーニング可能人数の制限③コストの上昇、などの面での妥協が必要である。

これまで実施してきた聴力のスクリーニング、システムは上記諸問題に対する一応の結論として図1のような方式をとってきた。

図1 スクリーニング・システムと検査の内容



この方式はまさに妥協の産物であり、改善すべき点を多く内含しているものであった。おもな問題点は①年間70,000人を越える対象児のうちどうやって選別検査が可能な7,000人程度を抽出するか②選別検査用として開発

した幼児用単語聴力検査よりもっと直接に聴力レベルを測定する方法はないか——という2点に集約できる。①に関しては従来の方法はアンケート用紙を家庭に配布して記載事項から難聴児を選別しようとするものであった。この方式では保護者が難聴に気づいていない限り、無作為抽出と比較してあまり有意性を認めない程度の予備選別率を示していた。そこで3カ年研究の初年度にアンケート方式に代わる方法としてウイスパークテストによる家庭での聴力測定法を開発して検討した。その結果アンケート調査よりは予備選別法として有効であることが明らかになったが、まだかなりの“とりこぼし”が存在し、完全なものとはなっていない。第2年度においては予備選別への導入と、単語による選別検査の改良との2つの目的からワーブルトーンによる「簡

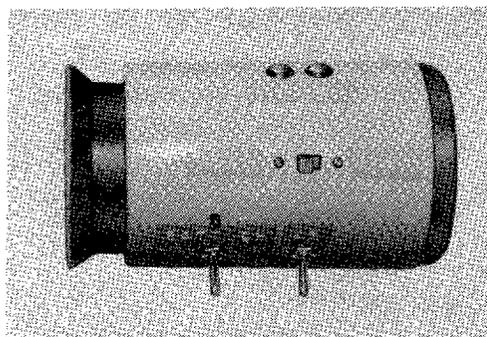
易型聴力測定器」を試作開発し有効性の検討を行なった。その結果の信頼性は予備選別に充分導入可能なものであった。

今年度はこの簡易型聴力測定器をさらに改良して、選別検査に純音聴力検査が直接可能となるようにすることを目的として研究を進め、同時にスクリーニング・システム全体の再構築を図るようにした。

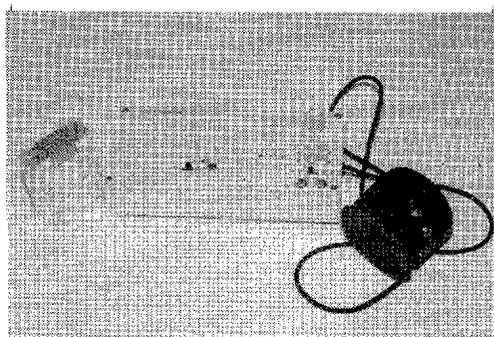
携帯型選別用オーディオメータの開発

昨年度に開発した簡易型聴力測定器（写真1，左）に表1のような改良を加えて試作器（写真1，右）を開発した。これは超小型化を実現し、「携帯型選別用オーディオメータ」とした。同器の基本構造はブロック図（図2）に示したとおりである。改良の最重点は予備

写真1. 選別検査用に開発された機器



簡易型聴力測定器

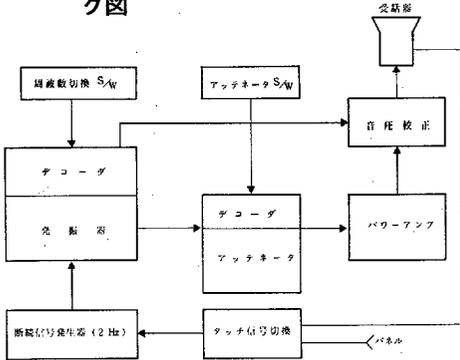


携帯型選別用オーディオメータ

表1 2つの選別検査器（試作）の比較

	携帯型選別用オーディオメータ	簡易型聴力測定器
発信音	純音	ワーブルトーン
周波数	0.5, 1, 2, 4 KHz	1 KHz
音圧	0~60 dB	30 dB
	5 dB ステップ可変	1 音圧固定
受話器と本体	セパレート型	一体型
電源	9V 1次電池	9V 1次電池
連続使用可能時間	24 時間	36 時間
JIS.規格	選別検査に合	不合

図2 携帯型選別用オーディオメータのブロック図



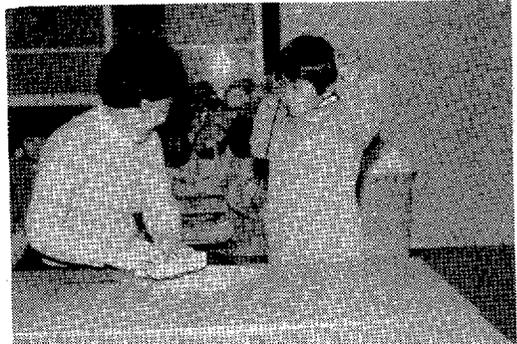
選別だけでなく、二次スクリーニング、すなわち検査員が行なう選別聴力検査として従来の単語によるスクリーニング検査にかえて実施できるようにすることであった。そのためにJISの選別用オーディオメータの規格に合致するように設計した。本体と受話器のセパレート・タイプとなったのはJIS規格に合わせたため、周波数と音圧の選択スイッチが組込まれることとなり、従来の一体型では操作がしにくくなったからである。受話器の耳への圧着は検者でも被検者でもできるように受話器と本体の双方に断続スイッチを設定した。スイッチは「簡易型」と同様にタッチ・スイッチを用いた。電源も「簡易型」と同じく9V一次電池を用いているので、AC電源は不要である。なお電池の連続使用可能時間は「簡易型」(36時間)より短く24時間となったが、これは構造が複雑になったせいである。1回の電池交換で約800人の検査が可能であり、集団検査場面において十分に耐用時間はあるといえる。

携帯型選別用オーディオメータの有効性の検討

今回開発した超小型「携帯型選別用オーディオメータ」が聴覚検査員による二次スクリーニングに従来の単語による選別検査に代わって利用できるか否かを明らかにするために検討を行なった。もし多人数を対象とした二次ス

クリーニング検査に本器が利用できれば聴力損失値を直接測定することができるので、従来の二次スクリーニング以上に精度の高いスクリーニング検査となりうるからである。

写真2 携帯型選別用オーディオメータによる検査場面



検査の実際は写真2のように、被検者に受話器を耳に圧着させるか、検者が片手で圧着するかの方法をとった。一見、4、5歳児に自分で受話器を持たせるのは難しそうであるが、実際にテストを行なうと被検児に持たせたほうが音を聞くことに集中し良い結果が得られた。幼児にとってすべて他動的に測定されるより、むしろ自分が積極的に検査に参加しているという意識が芽生えるようであった。検者は被検児と向かい合ってタッチキーの操作が被検児に分からないように行ない、音が聞こえた時に挙手または応答させるようにして測定した。検査の周波数は0.5、1、2KHzでそれぞれ30dBの音圧の断続音が聴取できるか否かを片耳ずつ行なった。3周波数ともに聴取できた場合、合格とした。なお検査場は従来の二次選別検査と同じ条件で、幼稚園、保育園で最も静かな条件のところにした。

有効性の検討のために本器による結果と、単語による選別聴力検査結果および予備選別のためにあらかじめ幼稚園の保育者が行なった簡易型聴力測定器による結果を比較した。

両耳の検査をそれぞれ30dBの音圧で3周波数ずつ行なうのに要した時間は平均46秒(56例)で、昨年テストした他の3種の結果

と比較しても早い方であり、検査者が熟練してくれば十分にスクリーニングとして対応できる所要時間であった(表2)。

表2 各検査の所要時間

	平均所要時間	症例数
純音聴力検査	2分56秒	164
単語による選別検査	1分38秒	353
簡易型聴力測定器による選別検査	43秒	351
本器による選別検査	46秒	56

表3 各検査の一致率

本器による選別検査	○	○	○	○	×	×	×	×
単語による選別検査	○	○	×	×	○	○	×	×
簡易型測定器による園の検査	○	×	○	×	○	×	○	×
耳数	445	29	0	1	24	6	13	2
%	85.5	5.6	0	0.2	4.6	1.2	2.5	0.4

3つの検査結果を比較したのが表3である。3つとも合格あるいは不合格で一致したものが447耳86%であった。本器によるもののみが他の2つの結果と異なったものは25耳4.8%であった。この中の大部分は本器による結果だけが不合格となったものである。このうち18耳3.5%は本器の結果のうち500Hzの検査だけが不合格で1000, 2000Hzは合格していた。また500Hzの結果だけが不合格となったのは特定の幼稚園に偏在しており、恐らく暗騒音の影響がこの周波数の測定結果に現われたものと考えられた。本器による結果と単語による検査結果の2つが一致し、幼稚園の予備選別検査だけが異なったのは42耳8.1%であった。このうち幼稚園の検査だけが不合格となったのは29耳5.6%であったが、これも特定の園に偏在しており予備選別にあった保育者がまったくこの検査に初めての者

であったために測定誤差が大きくなったものと考えられた。

本法と単語による選別検査の一致率をみると、一致したものは489耳94%で、不一致が31耳6%であった。このうち本法での500Hzだけが一致しなかったものを除外すると、両者の不一致率は10耳1.9%となった。この10耳のうち4耳(2例)は本法による測定が不能例であった。いずれにしても単語による選別検査の結果の方が悪く出ることの方が多かった。従って本法の結果の方が選別されやすいと言えるが、“とり込み”が異常に多いわけではなく、選別がそれだけ厳しくなると考えられるので、特に問題となる結果ではなかった。むしろ両者の結果は測定不能例も少なくよく一致していると考えられた。

一方、園の保育者による予備選別の有効性について検討してみた。予備選別の結果だけが一致しなかったのは42耳8.1%であり、残りの92%は一致した。予備選別として問題となるのは極端な“とり込みすぎ”と“とりこぼし”である。“とり込みすぎ”に関しては6%以下で著しく多いということではない。“とりこぼし”は2.5%と少なかった。また予備選別で不合格になったものの中で検査員による選別検査(二次スクリーニング)でも不合格となったのは38耳中9耳で23.7%であった。すなわち予備選別で2.5%をとりこぼす可能性があり、予備選別で不合格となったもののうち4耳に1耳は二次選別でも不合格となっていた。

予備選別の判定が保育者にできなかった例は262例中3例のみであった。これらを集計上不合格として扱って支障はなく、1%の予備選別不能例の出現率は、この方法が幼稚園や保育園の保育者にとって特別難しいものではないことを示していた。

考 察

(1) 携帯型選別用オーゾメータについて

選別検査用の機器としては①安価であること②操作が極めて簡単であること③こわれにくいこと④小型、軽量であること——などが条件とされる。本器については以上の条件をほぼ理想的に満たしていると考えられる。昨年度開発した「簡易型聴力測定器」と異なる点は本器がJIS規格にマッチしていることである。つまり小型ではあるが4周波数の聴力損失値の測定が可能であるので、必要に応じて選別検査から直ちにさらに詳しい域値の測定に移行できることである。また電池を電源にしているのでAC電源用のコードが不要であり、検査場の制約がかなり除去されている。検査者が実際に選別検査に使用してみても印象を「簡易型聴力測定器」と比較してまとめると表4のようになった。

表4 使用上の印象

	長 所	短 所
簡易型聴力測定器	1.タッチスイッチはとてよい 2.周波数、音圧とも1つだけなので操作が簡単	1.電源スイッチが使いにくい(on,offがわかりにくい) 2.音の出る時に点滅するランプがほしい 3.本体の太さはもう少し細くならないか
携帯型選別用オーゾメータ	1.小型にうまくまとまっている持運びに便利 2.タッチスイッチは使いやすい 2カ所で操作できることも便利 3.音と共に点滅するランプは見やすい	1.受話器へのコードが短い(1m位ほしい) 2.音圧の目盛が読みにくい 3.周波数ダイヤルと音圧のダイヤルとが縦に並んでいるので見にくい(横並びの方が見やすい)

(2) 選別検査での純音検査の妥当性について

聴力のスクリーニングである以上、純音による検査の方が語音による検査よりは直接に

聴力測定ができるので良いことは明らかである。昭和46年に選別聴力検査システムを開発した時点では、ハードウェアも含めた技術的未解決の問題があり、単語による検査が採用された。純音による選別聴力検査と単語による選別聴力検査の長、短所は表5のようになる。55、56年度と実際にワープル・トーンあるいは純音で選別検査を行なってみると短所

表5 2つの選別聴力検査の比較

	長 所	短 所
純音による選別検査	1.聴力レベルを直接測定できる 2.周波数毎の情報が得られる 3.音圧設定が正確にできる	1.幼児が音の判別をしにくい 2.暗騒音の影響を受けやすい 3.反応の判定が難しい 4.測定に時間がかかる
単語による選別検査	1.幼児が聴取しやすい 2.暗騒音の影響が少ない 3.判定が容易である 4.短時間で検査できる	1.聴力レベルが間接的にしかわからない 2.周波数情報がない 3.オーゾグラムと対比ができない 4.音圧設定が不正確となる

と考えられた点は選別検査の成否に影響するような問題ではなかった。また測定時間については単語による検査の3分の1という短かさとなった。これは超小型の「携帯型選別用オーゾメータ」の開発が成功したことと、検査者が過去10年間の実績から幼児の聴力検査について十分に習熟できたことによる。「携帯型」による検査での“とり込みすぎ”は暗騒音による影響と考えられるが、精密検査受診者が極端に増えているわけでもなく、かえって選別が厳密になっている面もあるので、この際あまり問題とならない。一方の“とりこぼし”は単語による検査との比較でみると0.2%でほとんどないと言える。以上のことから検査者が判定に自信が持てるだけの修練ができていれば、純音による選別検査は妥当

であると考えられる。

(3) 簡易型聴力測定器による予備選別検査の妥当性について

選別聴力検査を一次（予備）、二次に分けないで全員二次検査の段階で行なえば良いのであるが、難聴児の全幼児に対する比率は0.4%前後と少ないので、全員の二次検査実施は極めて効率が悪い。そこで何らかの方法で予備選別を行なって二次検査段階での選別率をもっと引き上げることが必要である。一方で二次検査は検査員が行なうものであるから実施できる人数は大幅に制限される。そこで従来はアンケート方式がとられていたが、これだと全員検査での選別率とあまり変りがない。つまりアンケートで抽出したものの二次検査段階における選別率はやはり3%位であった。一方、アンケートによる明らかな“とりこぼし”は5.8%にのぼっていた。そこで54年度研究において保護者が家庭でウィスパertestを行う方法を導入し試みた。ウィスパertestによる合格、不合格と3周波数の平均聴力損失値が30dB以内か以上かで比較すると表6

表6 ウィスパertestの成績

ウィスパertest	○	○	×	×
純音検査	○	×	○	×
耳数	301	16	5	0
比率(%)	93.5	5.0	1.5	0

※ウィスパertestは3/5以上の正答のあったものを○とする。純音検査は3周波数の平均が30dB以内を○とする

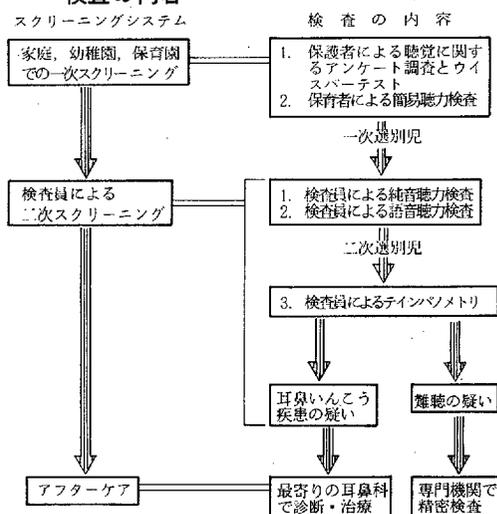
のようになった。すなわち“とり込みすぎ”が1.6%，“とりこぼし”が5%となるが、正しい選別はこの合格基準ではゼロとなってしまった。そこで正しい選別の精度を上げようとすると必然的に“とり込みすぎ”が多くなり予備選別の意味が薄れてしまう。これは各家庭におけるウィスパertestでの音圧（声の出し方）のバラツキなど方法そのものに差がありすぎたためと考えられた。

幼稚園・保育園の保育者による1KHz, 30dB ワープルトーンの予備選別成績は“とりこぼし”2.5% “とり込みすぎ”5.6%, 正しく選別できたものは全例との比率で1.8%となっていた。この数字はアンケートやウィスパertestに比べると良好ではあるが、依然として“とりこぼし”の方が正しく選別できるものより多い。ここで述べた3つの方式の中ではもっとも優れているものの、予備選別としてはまだ充分とは言えない結果となった。

(4) 聴力スクリーニング・システムの再構築について

幼児（4, 5歳児）を対象とした聴力のマス・スクリーニング・システムは人的、時間的、経済的要因から予備選別、二次選別、精密検査という3段階の形態をとらざるをえない。この形態をとることの問題点は①予備選別の有効性②二次選別の正確さ③アフターケアへの円滑な流れ——となってくる。そこで今後のスクリーニング・システムのあり方について再検討を試みた（図3）。

図3 新しいスクリーニング・システムと検査の内容



予備選別の有効性についてはすでに述べてきたように有効な方式はまだ発見できていない。アンケートやウィスパertestは各家庭

で行なえるから精度の上では疑問であるが続けざるを得ないであろう。幼稚園・保育園の予備選別は測定器の開発はできたが、問題はどれだけ保育者の協力が得られるかと、協力が得られた保育者に対する検査結果の精度を向上させるための測定法の講習をどのようにしていくかである。この2点の課題が解決すれば園での予備選別は大きな比重を占めてくるであろう。今後、この方式の精度が確認されるまでは予備選別として3つの方式の折衷で運用せざるを得ない。

二次選別検査は今回開発した「携帯型選別用オージオメータ」の有効性が確認された。従って、今後は本器による純音の選別検査を主体とし、測定不能あるいは検査結果の信頼性に疑問があったり、異常に測定時間がかかりそうな例に対して単語の検査を併用すること、さらに二次選別児に対するティンパノメトリ実施がアフターケアへの有効な手立てとなる。

二次選別検査をこのように改善することによってアフターケアの依頼は円滑に行なわれ、家庭→幼稚園・保育園→集団選別検査→精密検査→アフターケアという一連の流れが完成すると考えられる。

まとめ

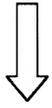
(1) 幼児の選別聴力検査のための専用の超小型「携帯型選別用オージオメータ」を開発した。

(2) 本器を用いて二次選別検査で試用の結果その有効性が確認された。

(3) 「簡易型聴力測定器」を用いて保育者による予備（一次）選別検査を行なった。予備選別としての精度の向上は認められたが“とりこぼし”が依然として多くまだ技術的改良が必要であった。

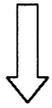
(4) 幼児の聴力スクリーニング・システムを再検討した。二次選別、アフターケアに関してはほぼ方式の確立をみたが、有効な予備（一

次）選別法を開発することが今後の課題として残った。



検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



はじめに

小児前期における難聴と言語発達の異常は密接な関係にある。ところが言語面,とくに発語の異常に関しては非常に敏感な反応を示す保護者もその原因が難聴にあると,難聴を正しく発見しているかといえば,ほとんどの場合が否である。むしろ専門機関で検査をして,その結果,患児の言語障害の原因は難聴であると伝えられると大変に不満の意を表わして帰る保護者に遭遇することすらまれでない。一方,言語面に影響がほとんどみられない軽度の伝音難聴は4・5歳をピークとする小児前期に圧倒的に多くみられる。これは惨急性中耳炎やアデノイド増殖症といった耳鼻咽喉科疾患と密接な関係にある。これらの場合も難聴を主訴として受診することはむしろ少なく,多くは鼻づまり,いびき,中耳炎をくりかえすといった別の症状を訴えてくる。受診後聴力検査を行なって難聴を初めて指摘されて困惑する保護者も少なからずみられる。