

第3章

耳の構造と難聴

1. 耳の構造

1 伝音系の器官

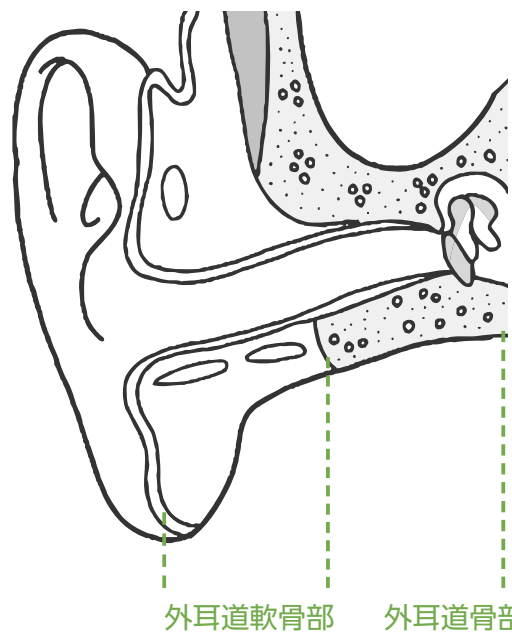
外耳・中耳がこれに相当します。

外耳 (図A) : 耳介と外耳道があり、耳介にはわずかながら集音効果があります。外耳道は外側の軟骨部と内側の骨部に分けられ、両者はやや角度を持っているため真っ直ぐにするには耳介を後上方に引く必要があります。外耳道では2,000 ~ 3,000 Hzの音が共鳴を起こすため強調されます。

外耳



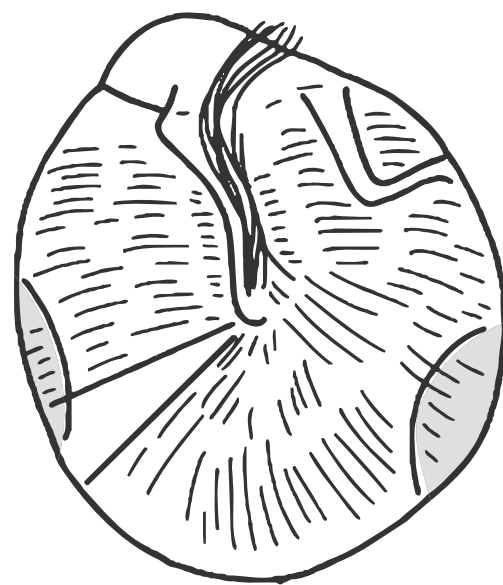
図A-1 耳介



図A-2 外耳道 (外耳道軟骨部・外耳道骨部)

中耳 (図B) : 鼓膜の内側の含気した空洞です。鼓膜のすぐ内側に鼓室があり、その上方を上鼓室と呼びます。ここに3つの耳小骨が(ツチ骨・キヌタ骨・アブミ骨) あります。鼓膜にツチ骨が付着しており、キヌタ骨・アブミ骨と続きます。内耳の中耳への開窓部が2箇所あり(前庭窓・蝸牛窓)、前庭窓は卵円窓とも呼ばれ、アブミ骨の底板が付着しています。蝸牛窓は正円窓とも呼ばれ、中耳との間には膜が1枚あるのみとなっています。音波が鼓膜を振動させ、3つの耳小骨を通して内耳(蝸牛)に伝えられます。この際に①鼓膜・アブミ骨底板(前庭窓)の面積比の効果、②ツチ骨柄・キヌタ骨長脚のデコ比の効果により、空気中の音波が水中(内耳の外リンパ)に効率的に伝わる仕組みとなっています。これを「中耳インピーダンス整合」と称します。中耳は耳管を通じて上咽頭・鼻腔につながっており、これにより中耳に空気が供給されます。

鼓膜

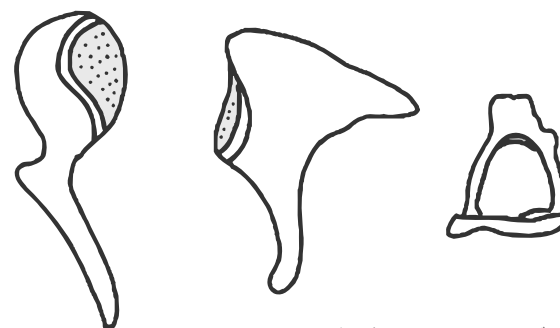


図B-1 鼓膜

ツチ骨

キヌタ骨

アブミ骨



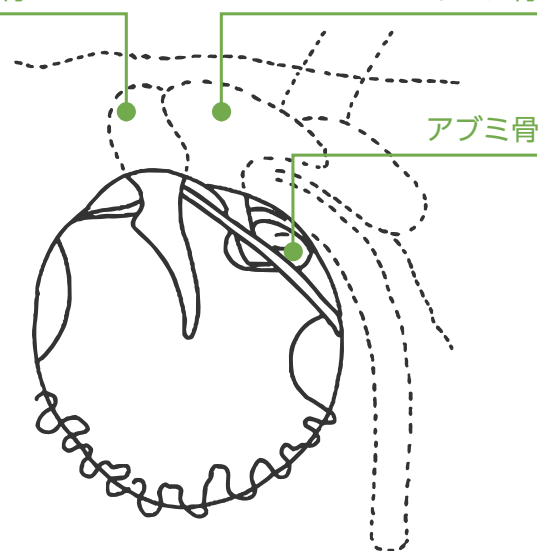
図B-2 耳小骨(ツチ骨・キヌタ骨・アブミ骨)

中耳

ツチ骨

キヌタ骨

アブミ骨



図B-3 鼓膜/ツチ骨・キヌタ骨・アブミ骨

2 感音系末梢の器官

内耳の蝸牛がこれに相当します。

蝸牛 (図C) : 内耳は側頭骨に彫られた溝のような構造となっており、これを骨迷路と称します。ヒトの蝸牛は2回転半しており、頂上の部分が最もアブミ骨から離れています。骨迷路には液体(外リンパ)が満たされており、その中には入れ子のように膜で覆われた構造(膜迷路)があって、膜迷路の内部は外リンパとは組成が異なる内リンパで満たされています。蝸牛における外リンパ腔は前庭階・鼓室階であり、内リンパ腔は蝸牛管(中央階)です。内リンパ腔(蝸牛管)内に感覚器(コルチ器)があり、蝸牛管と鼓室階は基底板で境されています。音波はアブミ骨底板から前庭階の外リンパに伝えられ、これが基底板の振動を起こします。この振動は進行波と呼ばれる特殊な波を形成し、そのピークは低い音でアブミ骨から遠く(頂部に近く)にあり、高い音でアブミ骨の近く(頂部から遠く)にあります。この現象によって蝸牛内で音波の周波数分解がなされます。

骨迷路

半規管

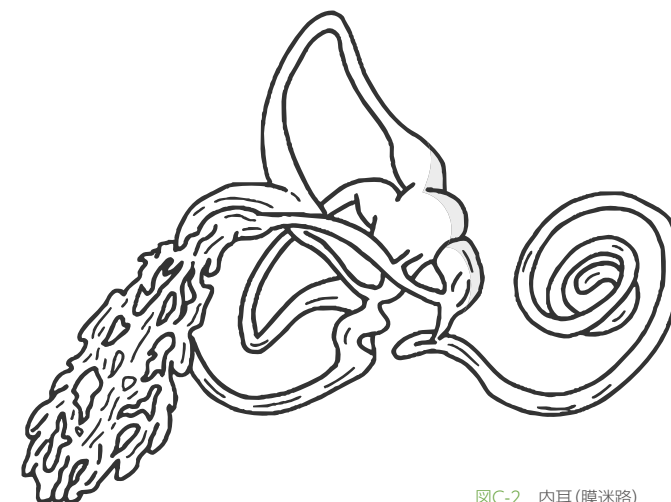
前庭

蝸牛



図C-1 内耳(骨迷路)

膜迷路



図C-2 内耳(膜迷路)

蝸牛基底板進行波

5kHz

500Hz

20Hz

1kHz

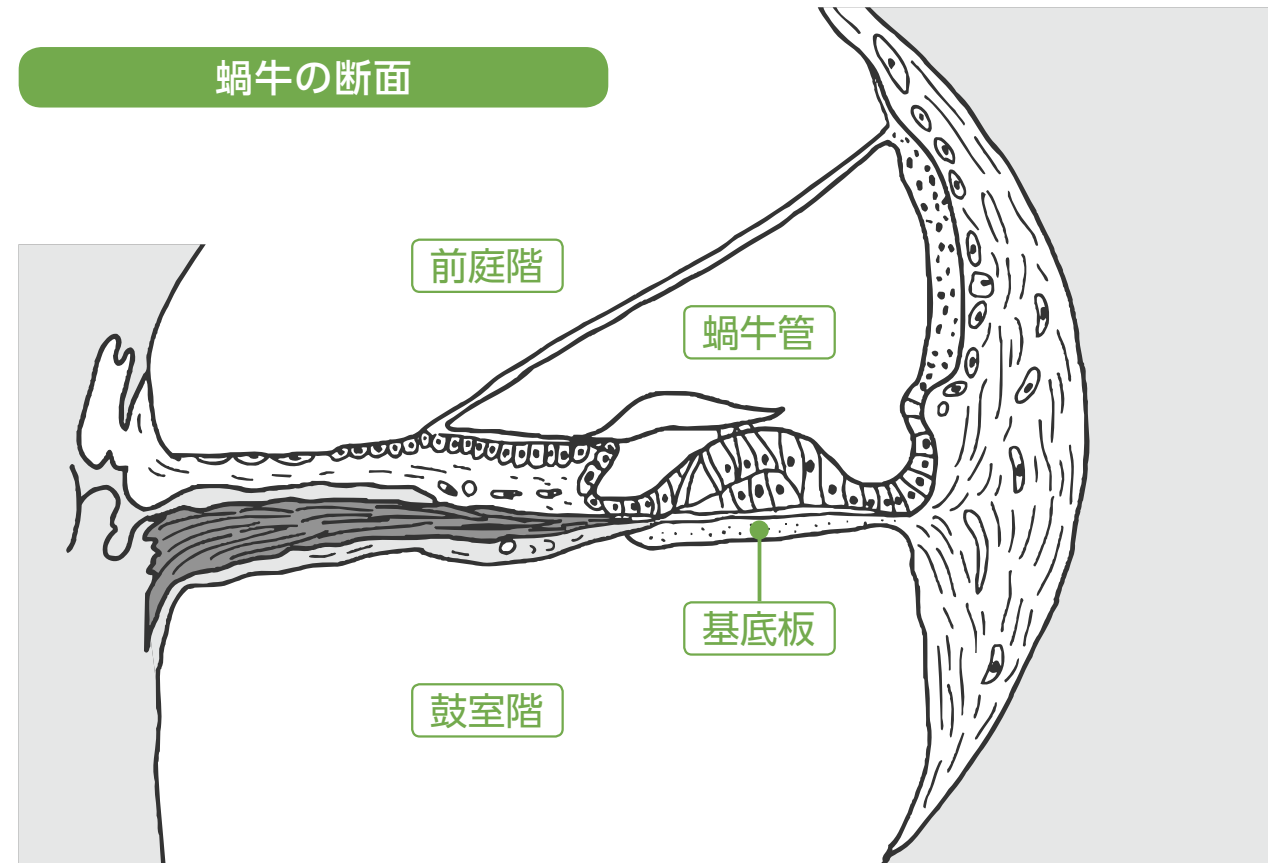
20kHz

図C-3 蝸牛基底板進行波

コルチ器 (図D)：コルチ器は基底板上にあり、その振動によって感覚細胞が興奮します。蝸牛感覚細胞には内有毛細胞・外有毛細胞の2種があり、内有毛細胞は興奮を蝸牛神経に伝え、これが中枢に達して音感覚が得られます。外有毛細胞には伸縮能があり、基

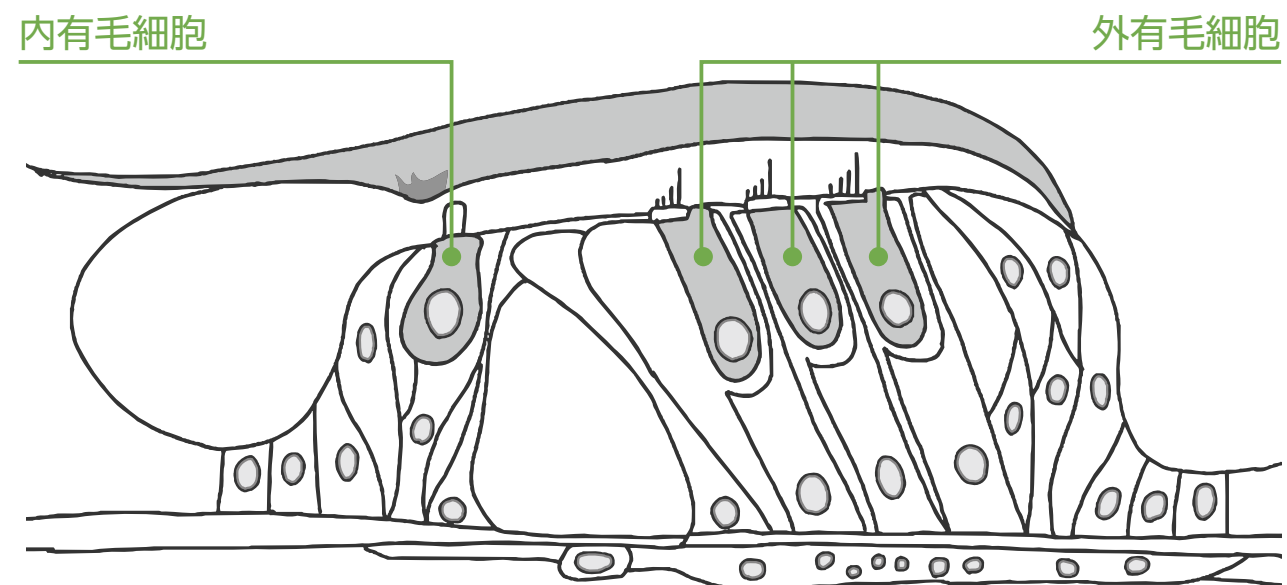
底板の振動を増幅します。この増幅の影響は閾値付近の小さな音でより大きな効果があり、内耳障害によってこの機能が失われると聴覚補充現象(リクルートメント)が起こります。

蝸牛の断面



図D-1 蝸牛の断面(前庭階・蝸牛管・鼓室階・基底板)

コルチ器



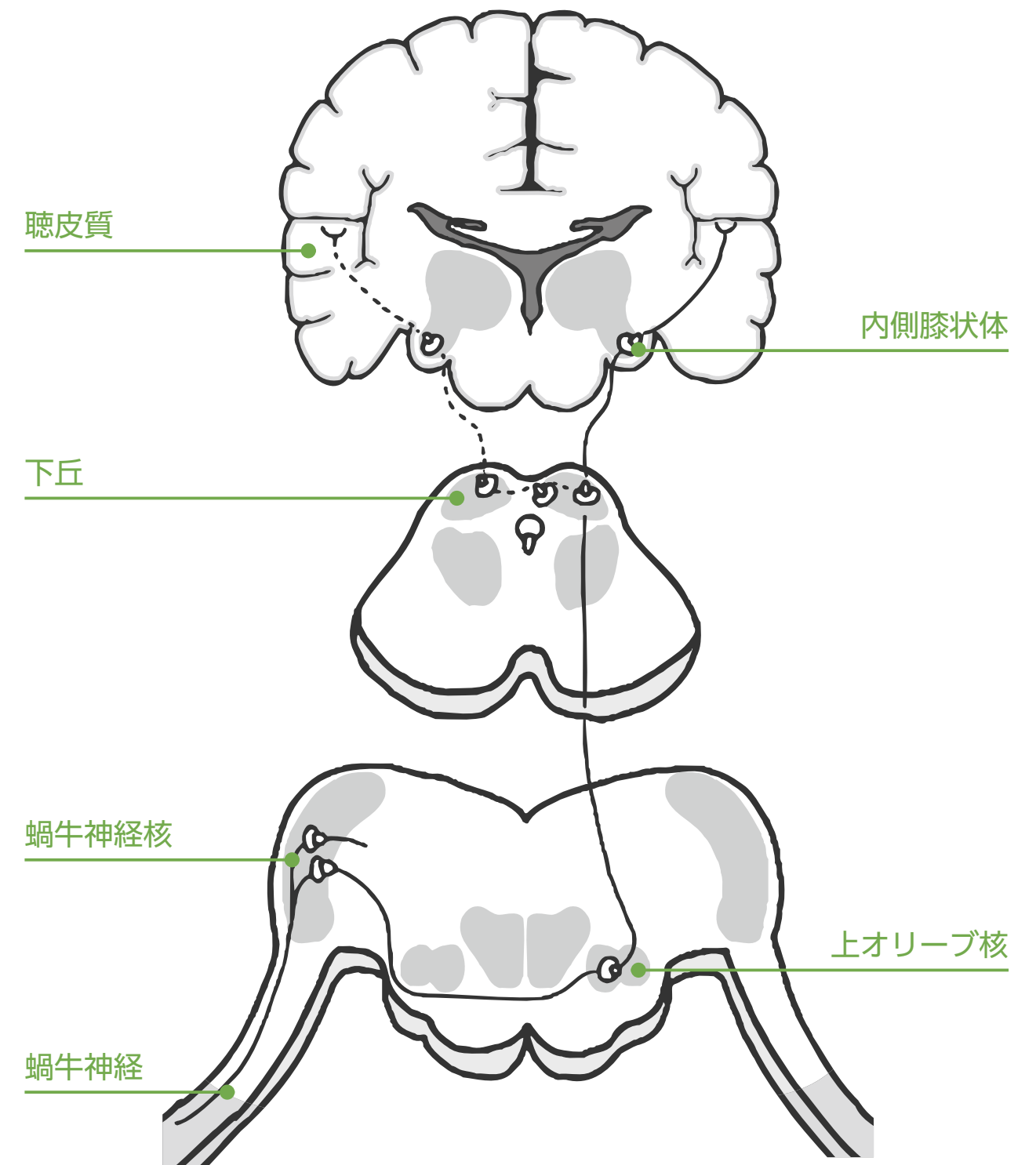
図D-2 コルチ器・内有毛細胞・外有毛細胞

3 後迷路系の器官 (図E)

蝸牛神経の細胞体は蝸牛内にあり、ラセン状に巻いているのでラセン神経節と呼ばれます。音による神経の興奮は、蝸牛神経から脳幹(蝸牛神経核→上オ

リーブ核→下丘)・視床(内側膝状体)を経て大脳皮質(聴皮質)に伝わり、音感覚が得られます。脳幹において聴覚神経路の多くは反対側に交差することが知られています。

聴覚の中枢経路



図E 中枢聴覚路

2. 難聴の種類

様々なオーディオグラムのパターン(図F)

1 伝音難聴

気導骨導差があるものの骨導閾値上昇は無いもので、外耳・中耳に局限する病態がある場合です。疾患としては先天性外耳道閉鎖症（小耳症）、中耳先天奇形、各種の中耳炎（急性中耳炎・滲出性中耳炎・慢性中耳炎・真珠腫性中耳炎など）、耳硬化症、外傷性鼓膜穿孔などがあります。

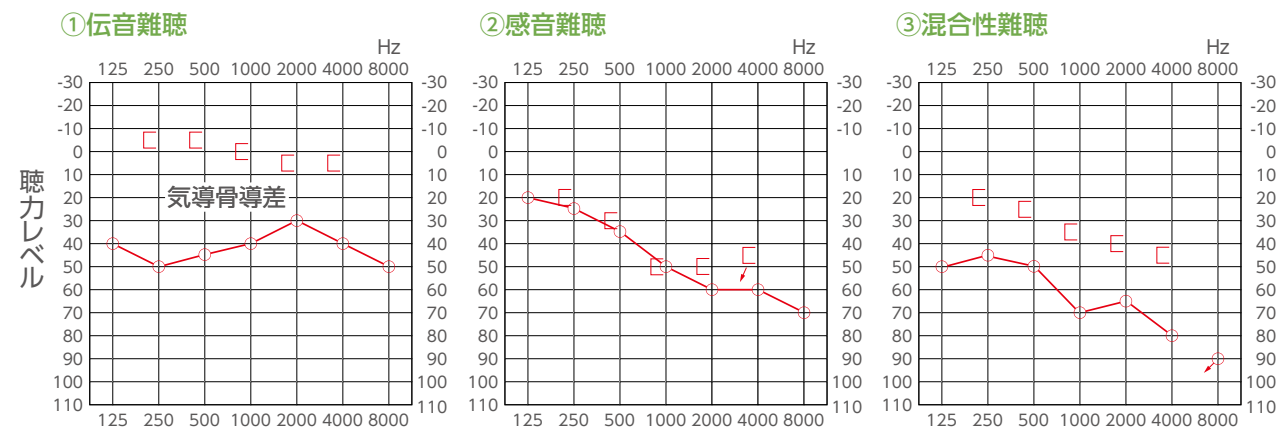
2 感音難聴

骨導閾値上昇があって気導骨導差がないもので、内

耳・後迷路系に局限する病態がある場合です。疾患としては薬剤性難聴（ストマイ難聴など）、音響性聴力障害（音響外傷・騒音性難聴）、病原体の感染による難聴（ムンプス難聴・Ramsay-Hunt症候群など）、突発性難聴、特発性両側性感音難聴、老人性難聴、聴神経腫瘍、メニエール病（低音障害型感音難聴）、遺伝性難聴、内耳・内耳道先天奇形、外リンパ瘻などがあります。

3 混合性難聴

骨導閾値上昇・気導骨導差ともに存在するもので、伝音系（外耳・内耳）と感音系（内耳・後迷路）の両方に病態がある場合です。伝音難聴を来す疾患と感音難聴を来す疾患が合併した場合に起こりますが、単一疾患でその両方を起こす場合もあります（耳硬化症の進行例・側頭骨骨折など）。



オーディオグラムの例(右耳) 図F 伝音・感音・混合性難聴のオーディオグラム

3. 聴覚障害発症時期による影響

1 乳幼児期の障害

乳幼児期は言葉を聞き取り、理解し、話す能力を身に着ける重要な時期です。聴覚障害を放置しているとこれらの能力の発達に悪影響（言語発達障害）が起ります。補聴器の装用などが必要ですが対応が遅れるとその影響はさらに大きくなる可能性があるため、できるだけ早く聴覚障害の有無、程度を評価し適切な補聴環境を整えなければなりません。障害の程度によっては人工内耳についても検討する必要があります。

2 成人期の障害

社会に出て活動をしているケースが多い成人期。会議での聞き取りが難しい、接客業で聞き漏らし、聞

き間違いすることで支障が生じるなど聴覚障害によるコミュニケーション障害は、社会活動を制限します。補聴器の装用はコミュニケーション能力を改善させ、社会での活動性の向上に役立ちます。

3 高齢者の障害

年齢とともに聴力は徐々に悪化し、障害が進むと会話によるコミュニケーションに影響が生じます。聴覚障害以外の障害を持っている例も少なくなく、その影響はさらに大きくなります。聞き返しが多くなったり、会話についていけず内容が理解できないと精神的な面にも悪影響が生じ、周囲との会話を避けるようになり、社会的孤立を招きます。補聴器の装用はコミュニケーション障害だけでなく精神的な健康にも良い影響を与えます。

4. 平均聴力レベル(良聴耳)とコミュニケーション障害の関係

会話音域の高さの音がどの程度聞こえるか、どの程度言葉が理解できるかはコミュニケーション能力に大きく影響します。両耳の聞こえに差がある場合はよく聞き取れる方の耳（良聴耳）の聞こえの影響が大きくなります。良聴耳の会話音域の周波数である500Hz、1000Hz、2000Hzの聴力閾値の平均（平均聴力レベル）からコミュニケーション障害をある程度推定することができます。表1に良聴耳の平均聴力レベルとコミュニケーション障害の大まかな関係について示します。

表1 平均聴力レベル(良聴耳)とコミュニケーション障害の関係(文献1より)

25 ~ 39dB	小さな会話のみ聞き取りにくい。静かな場所での女性の4.5名の集まりで声が小さい人の話を正確に理解できない。10名程度の広い部屋の会議で発音が不明瞭な話者の発音を正確に理解できない。最高語音明瞭度は80%以上が多く、必要なときに補聴器の使用がすすめられる。
40 ~ 54dB	普通の会話でしばしば不自由を感じる。大きな声で正面から話してもらえば会話を理解できる。話を正確に理解できないまま相づちをうつことがときどきある。補聴器なしの社会生活では孤立しがちになる。最高語音明瞭度の個人差が大きいが65%程度が多く、補聴器の常用がすすめられる。
55 ~ 69dB	大きい声で話してもらって会話を理解できないことが少なくない。後方で行われている会話に気付かない。耳元でははっきり話される言葉のみ理解できる。最高語音明瞭度は個人差が大きい。コミュニケーションには補聴器使用が必須であるが、その効果は語音明瞭度によって異なる。
70 ~ 89dB	非常に大きい声か、補聴器使用による会話のみ聴取できる。会話が聴取できても聴覚のみでは理解できないことが少なくない。重要な内容の伝達では、メモの併用などが必要となる。最高語音明瞭度は50%以下が多く、会話理解には補聴器を使用しても注意の集中が必要である。
90dB 以上	補聴器で会話を十分に大きくしても聴覚のみでは内容を理解できない。読話や筆談の併用が必要になる。最高語音明瞭度は20%以下が多く、聴覚は補助的になる。

表2 最高語音明瞭度と補聴器使用時のコミュニケーション能力の関係(文献1より)

100%以下 80%以上	聴覚のみで会話を容易に理解可能。
80%未満 60%以上	家庭の日常会話は聴覚のみで理解可能。 普通の会話はほとんど理解可能であるが、不慣れな話題では正確な理解に注意の集中が必要。
60%未満 40%以上	日常会話では内容を正確に理解できないことがしばしばある。重要な内容は確認することやメモの併用が必要。
40%未満 20%以上	日常会話においても読話や筆談の併用が必要。
20%未満 0%以上	聴覚はコミュニケーションの補助手段として有用である。聴覚のみの会話理解は不可能。

6. 高齢者と難聴

1 加齢性難聴のきこえ

音が聞き取りにくくなるだけでなく、言葉を聞き取る能力、特に騒音下での聞き取り、多人数の会話での聞き取りが悪くなります。聞き返しは多くなり、早口で話されたり、滑舌が悪いと特に聞き取れません。徐々に悪化していくため自覚症状に乏しく周囲から指摘を受けて気づくこともあります。

5. 最高語音明瞭度と補聴器使用時のコミュニケーション能力の関係

補聴器は音を大きくすることで会話をもっともよく理解できる大きさで聞かせることを目的とした機器です。補聴器が正しく調整されていれば補聴器を通して聞く会話音の大きさは語音聴力検査で最も高い語音明瞭度（最高語音明瞭度）が得られる音圧とほぼ等しくなります。つまり最高語音明瞭度から補聴器使用時のコミュニケーション能力を推定することができるのです。表2に最高語音明瞭度と補聴器使用時のコミュニケーション能力の大まかな関係を示します。

2 加齢性難聴の特徴

両耳の聴力が徐々に悪化します。外耳や中耳の音の伝わりではなく、内耳、神経などが悪くなるため聴力検査では感音難聴を示します。一般的に高い周波数から生じることが多く、難聴の進行する程度は個人差が大きくなります。難聴が進行するとそれに応じて語音明瞭度も低下していき、会話によるコミュニケーションが難しくなっていきます。治療によって回復させることが困難なため補聴器の装用などで対応する必要があります。

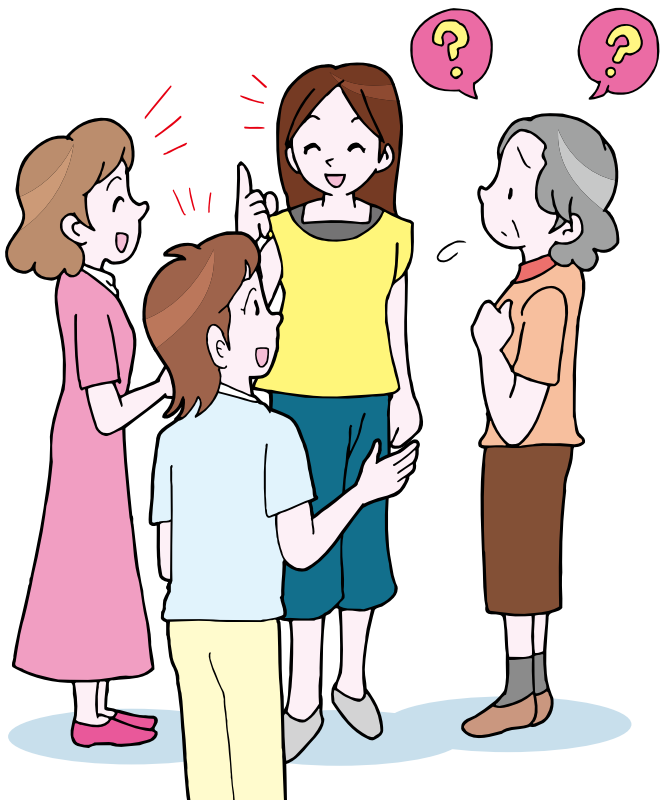
7. 高齢難聴者心理

1 加齢性難聴と認知機能

聞こえが悪くなると会話は難しくなり、コミュニケーションが取りづらくなります。自動車の近づく音が聞こえにくくぶつかりかけるなど危険な場面に遭遇したり、電話の呼び出し音や玄関のチャイムが気づかなくなるなど周囲の状況を把握することも難しくなります。難聴があるだけでも認知機能は障害を受けますが高齢者では聴覚以外に視力などの他の知覚の低下、運動能力の低下も少なからず存在しています。このため聴覚障害に伴う認知機能の低下の影響はより大きくなります。

2 加齢性難聴と行動障害

加齢に伴う難聴などを含めた認知機能の低下は、高齢者が社会生活を送る上で大きな障害です。周囲からの音の情報が入らないことで危険な状況からの回避が遅れたり、聞こえないことで会話は制限されます。さらに難聴によるコミュニケーション障害はいらだち、不安、孤独感といったような精神的な悪影響を与えます。このような精神的なストレスがあると会話によるコミュニケーションを避けたり外出を控えるようになり、間接的にも行動は制限されてしまいます。



8. 聞こえの分類

1 耳の感度

どれぐらい小さな音まで聞こえるかは、聴力レベル (dB HL) を用いて表されます。聴力レベルは健聴者の耳の感度を基準にしているので健聴者の聴取閾値はほぼ0 dB HLです。難聴者ではより大きな音でないと聞こえなくなるため、聴取閾値の値は大きくなります。会話に大きな影響を与える周波数は主に500Hzから2000Hzであり、500Hz、1000Hz、2000Hzの3周波数の聴取閾値を平均した平均聴力レベルが耳の感度を代表する値として用いられることもあります。

2 語音弁別能力

最もよく理解できる大きさで聞いた時に、会話で使用される語音がどの程度理解できるのかを語音弁別能力といいます。コミュニケーション能力を評価するうえで語音弁別能力は重要な指標です。語音弁別能力が良い例では補聴器の装用効果は高くなります。悪い例では装用効果は乏しくなります。補聴器の装用の目的の1つは会話によるコミュニケーションであるので、補聴器装用時の語音弁別能力を評価すれば補聴器のフィッティングの状態が良好であるかどうかを評価することができます。

3 周波数弁別能力

周波数の違いは音の高さの違いとして区別されます。音の高さの違いがどの程度区別できるかは周波数弁別能力といわれます。聴覚障害が進むと周波数弁別能力は低下し、音と音の区別が難しくなり、言葉の違いも区別しにくくなるため語音明瞭度も低下します。特に騒音下での会話、多人数での会話は難しくなります。

4 時間分解能力

音の強さは時間とともに変化します。時間とともに変化する音の強さの変化がどの程度区別できるかは時間分解能力といわれます。時間分解能力の低下は周波数弁別能力と同様に音と音を区別する能力や語音明瞭度を低下させます。また内耳における時間分解能力と直接の関連はないものの、感音難聴では早口で話されたときの聞き取りが悪くなります。脳での言葉の聞き取りの時間あたりに処理できる能力には限界があり、処理能力の低下が影響します。

文献 1) 小寺 一興: 補聴器フィッティングの考え方。診断と治療社

column コラム

● 補聴器販売等におけるリスクマネジメント

たとえば、補聴器の強大な出力音圧による音響性聴器障害のリスクを考えた場合、機器における出力制限装置の動作の信頼性は維持できるが、それだけでは使用状態で常に個々人の聴覚の不快感以下に出力音圧が調整されることを保証するには至りません。この保証は、補聴器の最大出力音圧がどのように調整されるかに関わることであり、医師の関与のもとこれを調整する補聴器技能者等の力量に委ねられます。

このように、販売におけるリスクには補聴器自体のリスクコントロールでは低減しきれない以下の例があります。

【補聴器の販売における主なリスク】

- ・ 耳型採型のトラブルによる外耳等の障害
- ・ 出力音圧調整の不備による音響性聴器障害
- ・ 疾患・損傷がある耳への挿入による新たな障害
- ・ 説明不足による使用者の誤使用で生じる障害
- ・ 販売現場における衛生管理、安全管理等

これらのリスクを受容できるレベルに維持することは、これを行う補聴器技能者等の力量を維持することであり、この要素もリスクマネジメントに含まれます。このため、公益財団法人テクノエイド協会では所定の養成課程を履修し資格取得試験に合格した者を「認定補聴器技能者」として認定し、適正な補聴器供給に資する人材を養成しています。



● 補聴器の使用終了後の安全管理

補聴器の使用寿命や買い替え等によって使用を終了した補聴器は、安全管理の観点から以下のように取り扱いましょう。

【使用を終了した補聴器の取り扱い】

- ・ 他人の耳を損傷する恐れがあるので、他人へは供してはいけません。
 - ・ 高齢者による使用が終了した補聴器は、家族や知人の高齢者へ譲渡される例が少なくありません。円満に譲渡されて再調整を依頼された場合は、その使用の可否を含めて十分な説明と適切な対応が必要です。
 - ・ 幼児や高齢者が誤飲するおそれがあるので、廃棄の場合は確実に処理してください。
- また、小型家電リサイクル法によって補聴器を回収対象にしている自治体の場合は、廃棄せずに所定の回収ボックスへ投函するようお願いしましょう。この場合、販売店が無断で回収を代行すると違法になるおそれがあるため注意が必要です。

