Japan Journal of Clinical Research in Dysarthria Vol. 13 No. 1 pp 41-46, 2023

総説▶

特集1 ディサースリアの関連障害：最新のトピックス

聴覚障害

三瀬和代
Kazuyo Mise

要旨 超高齢社会の本邦では，加齢性難聴による聴覚障害は増加傾向にある．加齢性難聴は生活習慣や環境要因が関与し，高音域聴力には性差がある．難聴は認知症の予防可能な最大リスク因子であり，早期から高齢者の聴力評価と管理，それに続く聴覚補償が重要となる．単に聴力低下のみではない複雑な加齢性難聴の病態から，高齢難聴者が補聴器を有効活用できるように，言語聴覚士によるコミュニケーション改善のための言語聴覚リハビリテーションが求められている．また，近年，難聴を伴わない聴覚障害であるHidden Hearing Lossと聴覚情報処理障害（APD）／聞き取り困難症（LiD）が注目され研究が進んでいる．

キーワード 加齢性難聴，高齢難聴者，認知症，補聴器，聴覚リハビリテーション，難聴を伴わない聴覚障害

Ⅰ．はじめに

聴覚は言語・思考・情動とも深く関わっており，ヒトが音声言語によるコミュニケーションを行ううえで極めて重要な感覚である．近年，難聴と認知症発症との関連が明らかになってから，聴覚障害への対策と対応に注目が集まっている．世界保健機関（WHO）はライフサイクル別に難聴対策の取り組みを強化し，難聴の予防と対策を早急に進める必要性を提唱している．超高齢社会の本邦において認知症対策は喫緊の課題であり，加齢性難聴の有病率も増加している今，聴覚補償はますます重要となっている．本稿では，主に加齢性難聴による聴覚障害を取り上げて，補聴器と認知機能，聴覚リハビリテーションについて解説するとともに，最近のトピックスである難聴を伴わない聴覚障害に関する知見にも触れる．

Ⅱ．加齢性難聴

1．疫学

加齢性難聴は，加齢に伴い進行する両側性の感音難聴の総称である．内田ら[1]は，「老化に関する長期縦断疫学研究（NILS-LSA）」の検討から，難聴有病率は65歳以上で急増する傾向にあり，65歳以上の全国難聴有病者数は1,655万3千人と推計している．厚生労働省が実施した「平成28年生活のしづらさなどに関する調査（全国在宅障害児・者実態調査）」によれば，聴覚・言語障害に関する身体障害者手帳所持者のうち，65歳以上の高齢者は推計約26万2千人であった．これは高齢難聴者推計値の約2％でしかなく，軽度・中等度難聴によって生活での聞こえづらさを感じている高齢者は多い実態が推測される．

2．リスク因子と聴力性差

加齢性難聴のリスク因子としては遺伝的要因，後天的要因，環境的要因が挙げられる．いくつかの疫学研究から，後天的要因として糖尿病や虚血性心疾患，腎疾患，高血圧，喫煙などの関与が示唆されており，特に動脈硬化はその関連が大きかったと報告されている[2]．環境的要因では，騒音暴露が難聴を進行させる要因としてよく知られている．実際には，これらの因子が相互に作用するため，各因子単独の影響を評価するのは難しい．

聴力の性差について先述の内田ら[1]は，いずれの年代においても男性の難聴有病率が女性よりも高かったと報告している．われわれも，抗加齢ドック受診者205名（男性85名，女性120名）の聴力をもとに加齢変化における聴力性差について検討した[3]．低音域～中音域では男女の聴力レベルに有意差を認めなかったが，4,000，8,000 Hzの高音域では男性が有意に聴力レベルは悪かった（**図1-a**）．性別・年代別でみると，男女とも年齢とともに高音域の閾値上昇がみられるが，女性では加齢とともに段階的に悪化していくのに対し，男性では60代で急激に悪化し，その後，70代と80代ではオージオグラムに差はほぼみられなかった．聴力の加齢変化パターンは男女で異なっていた（**図1-b**）．次に，この聴力性差と動脈硬化との関連性について検討した[3]．動脈硬化の指標には，血管壁の形態変化をとらえる

帝京大学医学部附属溝口病院 耳鼻咽喉科
［連絡先］三瀬和代：帝京大学医学部附属溝口病院 耳鼻咽喉科（〒213-8507 神奈川県川崎市高津区二子5-1-1）
TEL：044-844-3333 FAX：044-844-3201 E-mail：mise.kazuyo@gmail.com
受稿日：2023年8月23日 受理日：2023年8月24日

閲覧情報：日本ディサースリア臨床研究会

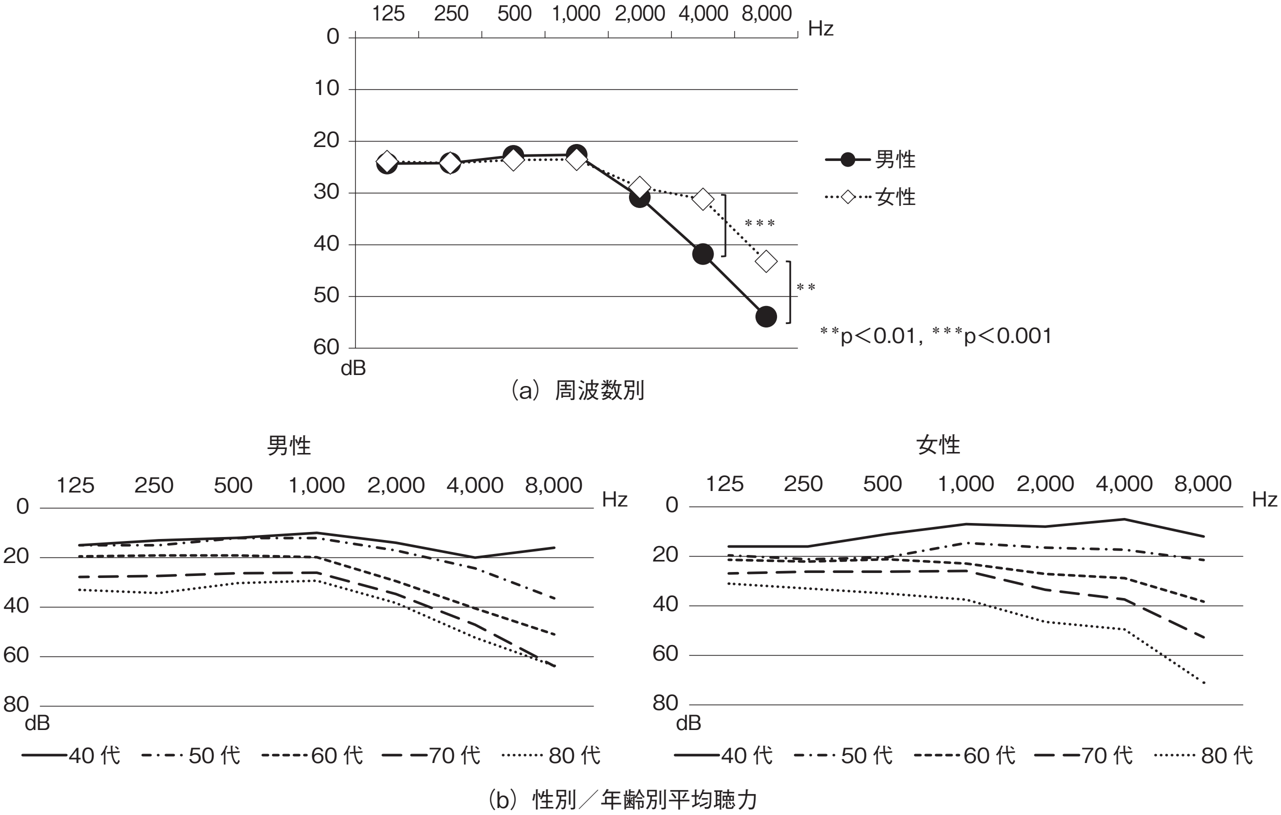

図 1 聴力性差（文献 3）より引用改変）

頸動脈エコー検査による頸動脈内膜中膜複合体肥厚（IMT：intima-media thickness）値を用いた．男女別に各周波数の聴力を目的変数とし，IMT 値，既に聴力との関連性が示唆されている糖代謝（HbA1c 値），交絡要因である年齢を説明変数として重回帰分析を行った．結果，男女とも HbA1c 値はいずれの周波数聴力とも関連は認めなかったが，IMT 値は男性のみ 4,000，8,000 Hz の聴力と有意な関連を認めた．加えて，IMT 値は男性が女性に比べ有意に高値を示した．男性における有意な高音域聴力の低下は，女性に比べて有意な動脈硬化の進行が関与していることが強く示唆された．

3．聴覚の加齢変化

音声が耳に入力されると，外耳・中耳で音の伝達，増幅がなされ，内耳・脳幹で周波数や強さ，時間情報が分析され，最終的に脳レベルで入力されたことばの照合や理解がなされる．聴覚の加齢変化は末梢から中枢に至るすべての経路で生じる．加齢に伴う聴覚障害は，①末梢聴覚，②中枢聴覚，③認知機能全般の複合的な機能低下に起因する．聴力レベルが低下するだけでなく，語音聴取能の低下や音源認知障害が顕著となる．内・外有毛細胞の損傷，シナプスや蝸牛神経の変性など，蝸牛あるいは蝸牛神経の内部構造の機能不全に起因する補充現象や語音明瞭度の低下，背景雑音下における言語聴取障害をきたす．加齢性難聴における語音聴取能は，必ずしも聴力レベルに依存するわけではない．実際に 65 歳以上の高齢難聴者 328 例の聴力レベルと最高語音明瞭度の関係をみると，閾値上昇とともに語音明瞭度が低下する相関は認めるものの，聴力レベル 50 dB 前後からバラツキがみられ，非常に個人差が大きいことがわかる（**図２**）．音声は極めて複雑な波形をしている．加齢とともに音声知覚や処理に重要となる周波数弁別能（語音のような複合音における異なる周波数を弁別する能力）や時間分解能（音の時間変化に対する神経追従性）も低下すると，語音明瞭度の低下や背景雑音下での語音聴取が困難となる．

高齢者における言語聴取困難には，注意やワーキングメモリなど認知機能の低下も影響する．末梢聴覚系から入力された外界の音情報は言語音と環境雑音，音楽などの混合音であり，言語音を聴取するには中枢でのさまざまな処理を経て，この混合音の中からそれ以外の音源を分離するという情景分析的認知[4]を行う必要がある．聴覚的注意，ワーキングメモリ，トップダウン処理，他感覚情報，音源定位能などが総合的に活用されることによって聴覚情報の効率的な認知を可能にしており，特に聴覚的負荷のかかった聴取条件において重要となる[5]．加齢によるこれら認知機能の低下は，音声情報処理速度の低下をきたし，言語聴取・理解障害につながる[6]．

閲覧情報：日本ディサースリア臨床研究会

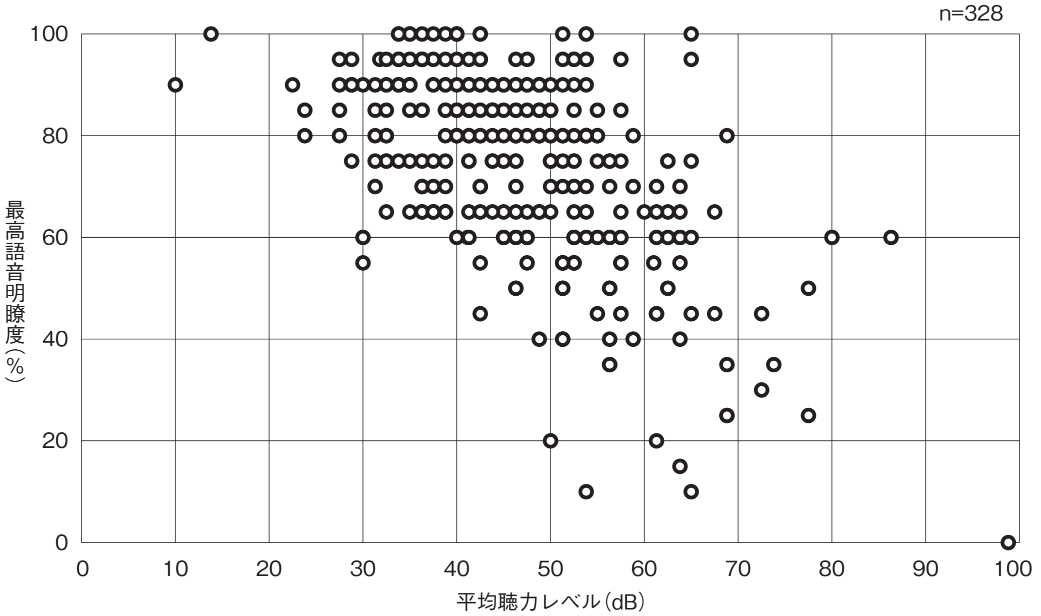

図２　高齢難聴者における聴力と最高語音明瞭度の関係
聴力が悪くなるにつれ語音明瞭度が低下する傾向がみられるが，50 dB 前後からバラツキが大きくなり個人差がある．

Ⅲ．聴覚障害と認知機能

１．高齢者難聴ケアの重要性

2017 年に Lancet に発表された「Dementia prevention, intervention, and care」を契機に，難聴と認知症の関係が社会的にも注目されるようになった．2020 年に改訂されたレビューでは，認知症の危険因子である難聴，低教育歴，高血圧，糖尿病，肥満，喫煙，うつ，低活動，社会的孤立，アルコール摂取，大気汚染，頭部外傷という予防可能な 12 因子について改めて検討された[7]．結果，2017 年のレビューと同様，中年期の難聴は８％と最も影響が高かった．難聴が認知機能に及ぼす影響を追跡した研究のメタ解析では，聴覚障害が 10 dB 悪化するごとに認知症発症のオッズ比が 1.3 ずつ増加すると報告されている[8]．また，米国での 194 名を対象とした前向きコホート研究では，中年期での聴力障害は海馬や嗅内皮質を含む側頭葉体積の急速な減少と関連したと報告されている[9]．このように，難聴が認知機能障害や認知症のリスクであるというエビデンスが集積されつつある．

高齢期に難聴があると，コミュニケーション障害を介して社会的孤立や身体活動量の低下，うつやフレイルなどさまざまな不利益がもたらされ，間接的に他の認知症リスクにも影響する．聴覚コミュニケーションが認知機能維持のためにいかに重要であるかが理解できる．難聴を放置すれば，聴覚情報の減少や劣化によって聴覚認知処理に負荷がかかり，より多くの認知資源が聴覚認知処理に割り当てられた結果，認知資源の減少や脳の構造的変化が生じるという認知症顕在化のメカニズムが考えられている（認知負荷仮説）[10-12]．

２．補聴器と認知症予防

世界保健機関（WHO）は，“Risk reduction of cognitive decline and dementia：WHO Guidelines で「認知機能低下／認知症のリスク軽減のために補聴器使用が推奨されるとするエビデンスは不十分である」と述べている．補聴器使用によって認知症を予防できるとは明言できないが，認知機能への有益な効果は報告されつつある．National Alzheimer’s Coordinating Center（NACC）のデータベース解析による研究報告である[13,14]．自覚的難聴のある 40 歳以上の 450 名を対象に，補聴器使用者と非使用者で認知機能健常から軽度認知障害（Mild Cognitive Impairment：MCI）への移行について検討したところ，補聴器使用者の MCI 発症リスクは未使用者に比べて 50％以上低かった[13]．また，50 歳以上で難聴があり，調査開始時に MCI であった 1,154 名を対象に，MCI から認知症への移行について検討した．５年後に MCI から認知症に移行しない割合は非使用者で 19％，使用者で 33％であった[14]．さらに，補聴器使用歴のないシニア難聴者を対象として，補聴器導入による遂行機能への影響を検討した多施設共同単一群前向き観察研究[15]の結果も提示する．補聴器装用から 6 カ月の追跡が完遂できたのは 94 名（年齢平均 76.9 ± 6.6 歳），遂行機能の評価法である数字符号置換検査（digit symbol substitution test：DSST）の結果は補聴器導入前 44.7 点，6 カ月後 46.1 点と有意な変化を示した（p = 0.0106）．老化によって障害

閲覧情報：日本ディサースリア臨床研究会

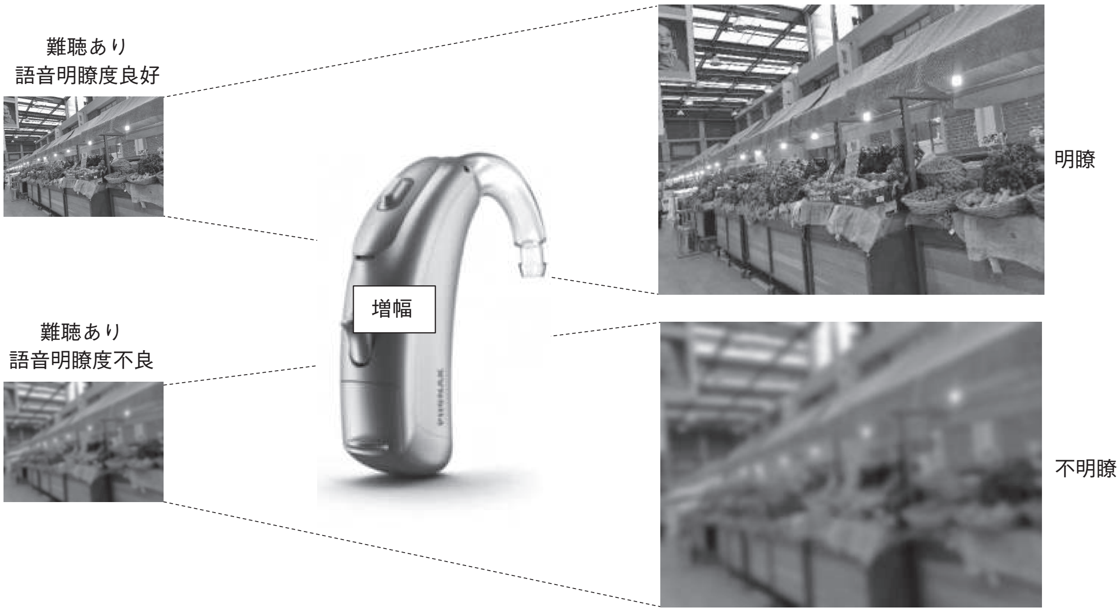

図３　感音難聴と補聴器

語音明瞭度が良好な例では，補聴器によって比較的明瞭な聴覚情報が拡大されるので聴取しやすく，言語聴取能は維持されていることが多い．一方，語音明瞭度が不良な例では，補聴器によって聴覚入力が拡大されて情報は拾いやすくなるが，不明瞭さが残存し言語聴取能に限界が生じる．

されやすい認知処理速度を必要とするDSSTにおいて，補聴器使用により平均年齢79.9歳の研究対象者の得点上昇を認めたことは極めて貴重であると結論している．いずれも補聴器による認知機能維持への効果を報告している．

Ⅳ．補聴器を用いた聴覚リハビリテーション

１．聴覚の可塑性（auditory plasticity）―剥奪効果と順応効果―

画像診断の進歩による脳科学研究の知見から，末梢からの感覚入力の変化は中枢神経系の再編成を引き起こすことが明らかになっている．聴覚情報の減少に関連する聴覚機能の体系的悪化は剥奪効果（auditory deprivation effect）と呼ばれる[16]．一定期間の聴覚刺激減少に伴い，中枢における音韻情報の分析や修復などの情報処理能が低下し，二次性に語音認知の低下をきたす可能性がある．一方，聴覚情報の増加に伴う聴覚機能の体系的な改善は聴覚順応効果（auditory acclimatization）と定義される[16]．平均71.1±12歳の感音難聴者89名を対象に，３カ月間および６カ月間の補聴器装用前後における裸耳語音弁別能の変化を検討したところ，10％以上改善したのが３カ月後で34.5％，６カ月後で37.3％に認められた[17]．これは感覚入力の変化に相当する十分な補聴器の利得と継続的な補聴器装用により，語音認知の改善という聴覚の順応効果が得られたことを示唆している．この結果から補聴器は単に聴力補償というだけでなく，聴覚の可塑性を引き出すリハビリテーションツールとしての可能性が見い出された．補聴器を活用した聴覚刺激による聴覚リハビリテーションが有用と考える所以である．

２．聴覚リハビリテーションの意義

補聴器は聴覚情報の入力という重要な役割を担う．しかし，先述の通り，感音難聴ではさまざまな聴覚知覚の変化をきたす．つまり，感音難聴者が補聴器を使用しても聴覚情報の受け手である末梢聴覚機能は変わらないので，物理的に音声を拾いやすくはなるものの，不完全で不慣れな音声を受け取ることになる（**図３**）．さらに，高齢者においては聴覚情報処理に重要な認知機能の低下も言語聴取を困難にする[6]．このような背景から，適切な補聴器フィッティングおよび装用指導に加えて，補聴器を通して聴取される不完全な音やことばの，脳での再構築を促す聴覚リハビリテーションが重要視されている．実際に，聴覚リハビリテーションの効果として，補聴器装用の軽・中等度難聴者に対するノイズ下での単音節聴取のトレーニングによって複数話者下での音声了解度が有意に改善した[18]，周波数・音節・単語の弁別やマッチング，文章の記憶などの複合的トレーニングプログラムによって騒音下聴取能が改善した[19]などの報告がある．

３．聴覚リハビリテーションの実際

聴覚リハビリテーションの目的は，補聴器によって残存聴覚機能を活用して実用的なコミュニケーションを改善させることである．文章追唱法[20]を応用した文章追唱訓練[21]は，単音節・単語・文章・短文の言語学的単位における弁

閲覧情報：日本ディサースリア臨床研究会

別・識別・理解というボトムアップ・トップダウン聴覚情報処理を行う聴能訓練となる．言語聴覚士が「口形の有無」,「発話明瞭度と発話速度」,「声の大きさ」,「背景雑音の有無」，読み上げる文節数を調整しながら課題文章を提示し，補聴器装用者が正しく追唱できるまで繰り返す．症例ごとの言語聴取能を見極めて聴取目標を設定し，聴取－理解－復唱し，その後に課題文章のテーマに関する談話へと展開する．この文章追唱訓練のポイントは,「聴覚情報の効果的な利用と伝達」にある．文章追唱訓練から実践的コミュニケーションに広がる意義も大きい．

４．聴覚リハビリテーションの効果

文章追唱法[20]は，追唱率（文節数／分）によって言語聴取能の評価が可能である．両側感音難聴（平均聴力レベル69 dB 以下）の高齢者（65 歳以上）100 例を対象とし，文章追唱訓練による追唱率の変化を検討した[21]．良聴耳の平均聴力レベルは平均 48.7（27.5～68.8）dB，最高語音明瞭度は平均 69.7（30～100）％であった．文章追唱訓練を 3 カ月間（約 12 回）実施し，訓練前後での追唱率を比較した．追唱率評価は，言語聴覚士が患者と約 1 m 離れて相対する位置に座し，口元を布製スクリーンで覆い，声の大きさは患者の耳元に 65～70 dB（A）程度で聴取できるように発話して実施した．結果，追唱率は訓練前 34.4 文節／分，訓練後 40.4 文節／分と有意な改善を認めた（$p<0.05$）．文章追唱訓練は対話形式で行われ，意図的に聴取し，記憶・理解し，情報の伝達として復唱，それを反復する．文章追唱訓練では難聴による誤った聴取習慣を是正し,「選択的・持続的注意」のコントロールと，聴覚情報を保持しながら既知情報やこれまでの文脈と照らし合わせて正しく理解することが求められる．追唱率の有意な改善から，文章追唱訓練によって注意・ワーキングメモリ・認知処理速度が向上した可能性が示唆された．

近年，ことばを発音する際の筋の運動や感覚を司る前頭頂皮質は，音声認識における音韻情報を反映し，言語聴取にも役割を果たしているとする“行動―知覚―統合モデル”に関するレビューがまとめられている[22]．文章追唱訓練は「聴取」に留まらず,「発声・構音」過程を含めて訓練するので，音韻認知や言語聴取へのアプローチ効果がより期待できると考えられる．聴覚リハビリテーション内容や実施においては,「発声・構音」という言語過程を意識した“言語聴覚リハビリテーション”としてとらえ直す必要があるだろう．

Ⅴ．難聴を伴わない聴覚障害 ― Hidden Hearing Loss と聴覚情報処理障害／聞き取り困難症―

近年，純音聴力検査や語音聴力検査では明らかな異常を認めないにもかかわらず，聞き取り困難を訴える聴覚障害が注目されている．一つは Hidden Hearing Loss（隠れ難聴）で，特に雑音下での聴取困難を呈する．動物実験において，一過性音響性聴覚障害後に内有毛細胞と蝸牛神経とのシナプスやニューロンが減少する，cochlear synaptopathy が原因病理であることが明らかになっている[23]．聴力はシナプスの約 80％以上が障害されるまで正常範囲を示すため[24]，この病態を Hidden Hearing Loss と表現する[25]．内有毛細胞から情報を伝達する求心性神経線維には複数の太さのものが存在する．１つの内有毛細胞に 10～20 のシナプスが形成されており，音響暴露による cochlear synaptopathy は比較的閾値の高いニューロン優位に量的障害を受けやすいことがわかっている[23]．このニューロンはマスキングノイズ存在下での信号音に対する反応で重要な役割を担っているため，Hidden Hearing Loss では雑音下での信号検知能力の低下をきたし，また，時間分解能の劣化を伴うことが多い．加齢性変化によっても類似の synaptopathy は生じるとされており[26]，加齢性難聴をとらえるうえでも重要な病態の一つである．

Hidden Hearing Loss と同様に，純音聴力検査や語音聴力検査では正常にもかかわらず，聴覚障害者と同じような聞き取りにくさを抱える聴覚情報処理障害（Auditory Processing Disorder：APD）もまた，近年注目されている病態概念である．中枢での聴覚情報の処理過程の問題で，騒音下や複数音声下，早口や長い会話，口頭指示などでの聞き取り困難を呈する．APD 症例は 1,000 人中 1.94 人とされており，先天性聴覚障害と同等，あるいはそれ以上の出現率である[27]．APD は，特異的言語発達障害（SLI），ディスレキシア，注意欠如・多動症（ADHD），自閉スペクトラム症（ASD）と類似した特徴があることが報告されている[28]．APD 症状の背景には，不注意や記憶など聞き取りにおける認知的障害や心理的問題の関与が示唆されており，聞き取り困難症（listening difficulties：LiD）と表現が変化している．評価や診断では，複雑な聴取条件での検査や注意・記憶等の認知検査，発達特性検査など多角的な評価によって聴取困難の程度やその要因を検討する．Hidden Hearing Loss との鑑別も必要となる．APD に対するリハビリテーションは末梢聴覚障害児・者への手法を応用する．補聴機器の使用を含めた環境調整，認知トレーニング，心理的支援などが求められる．聴取環境への順化や聴取に関わる注意力や記憶力を向上させる認知トレーニングには，補聴器聴覚リハビリテーションの内容が応用できる可能性がある．

Ⅵ．おわりに

加齢性難聴と認知症，補聴器と聴覚リハビリテーション，難聴を伴わない聴覚障害について解説した．超高齢社会に

閲覧情報：日本ディサースリア臨床研究会

よる難聴有病率の増加に伴い，言語聴覚士の幅広い臨床領域における聴覚障害の合併率は高くなっている．ディサースリアや失語症などに対する言語・コミュニケーション訓練を実施するうえで，言語入力を担う聴覚が非常に重要であることは言うまでもない．聴覚障害は音声言語における最初の受容過程の障害であり，認知・理解・記号化・表出・運用という一連の言語過程の中でとらえられるべきである．言語聴覚士は臨床の専門領域によらず，聴覚障害に対する知識を有し，適切な難聴評価や指導，専門機関への引継ぎ，啓発活動などを考慮する視点をもつことが必要である．高齢難聴者の補聴支援として，言語聴覚士の新たな役割である聴覚リハビリテーションの重要性が広く認知されることに期待したい．

文　献

1）内田育恵，杉浦彩子，中島　務，他：全国高齢難聴者数推計と10年後の年齢別難聴発症率．老化に関する長期縦断疫学研究（NILS-LSAより）．日本老年医学会雑，49：222-227，2012.
2）下方浩史：高齢者の聴力に個人差が大きいのは何故か―全身の老化との関係において―．Audiology Japan，51：177-184，2008.
3）三瀬和代，白馬伸洋，田原康玄，他：聴力性差と動脈硬化. Audiology Japan，56：269-275，2013.
4）柏野牧夫：聴覚情景分析の脳内メカニズム．計測と制御，46：472-478，2007.
5）川瀬哲明：聴覚臨床に役立つ聴覚メカニズムの知識―音受容から聴覚情景分析まで―．Audiology Japan，61：177-186，2018.
6）Pichora-Fuller MK，Singh G：Effects of age on auditory and cognitive processing：implications for hearing aid fitting and audiologic rehabilitation. Trends Amplif，10：29-59，2006.
7）Livingston G, Huntley J, Sommerlad A, et al：Dementia prevention, intervention, and care：2020 report of the Lancet Commission. Lancet, 396（10248）：413-446，2020.
8）Loughrey DG, Kelly ME, Kelley GA, et al：Association of Age-Related Hearing Loss With Cognitive Function, Cognitive Impairment, and Dementia：A Systematic Review and Meta-analysis. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg，144：115-126，2018.
9）Armstrong NM, An Y, Doshi J, et al：Association of Midlife Hearing Impairment With Late-Life Temporal Lobe Volume Loss. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg，145：794-802，2019.
10）Powell DS, Oh ES, Reed NS, et al：Hearing loss and cognition；What We Know and Where We Need to Go. Front Aging Neurosci，13：769405，2022.
11）Rutherford BR, Brewster K, Golub JS, et al：Sensation and Psychiatry；Linking Age-Related Hearing Loss to Late-Life Depression and Cognitive Decline. Am J Psychiatry，75：215-224，2018.
12）Uchida Y, Sugiura S, Nishita Y, et al：Age-related hearing loss and cognitive decline；The potential mechanisms linking the two. Auris Nasus Larynx，46：1-9，2019.
13）Bucholc M, Bauermeister S, Kaur D, et al：The impact of hearing impairment and hearing aid use on progression to mild cognitive impairment in cognitively healthy adults：An observational cohort study. Alzheimers Dement（NY），8：e12248，2022.
14）Bucholc M, McClean PL, Bauermeister S, et al：Association of the use of hearing aids with the conversion from mild cognitive impairment to dementia and progression of dementia：A longitudinal retrospective study. Alzheimers Dement（NY），7：e12122，2021.
15）Uchida Y, Mise K, Suzuki D, et al：A Multi-Institutional Study of Older Hearing Aids Beginners-A Prospective Single-Arm Observation on Executive Function and Social Interaction. J Am Med Dir Assoc，6：1168-1174，2021.
16）Arlinger S, Gatehouse S, Bentler RA, et al.：Report of the Eriksholm workshop on auditory deprivation and acclimatization. Ear Hear，17：87S-90S，1996.
17）三瀬和代：感音難聴に対する補聴器装用による聴覚機能への効果．Audiology Japan，60：190-198，2017.
18）Ferguson M, Maidment D, Henshaw H, et al：Evidence-Based Interventions for Adult Aural Rehabilitation：That Was Then, This Is Now. Semin Hear，40：68-84，2019.
19）Anderson S, White－Schwoch T, Parbery-Clark A, et al：Reversal of age-related neural timing delays with training. Proc Natl Acad Sci USA，110：4357-4362，2013.
20）De Filippo CL, Scott BL：A method for training and evaluating the reception of ongoing speech. J Acoust Soc Am，63：1186-1192，1978.
21）三瀬和代，白馬伸洋：成人・高齢者に対する補聴と支援―文章追唱法を用いた補聴器聴覚リハビリテーションの取り組み―．Audiology Japan，65：549-555，2022.
22）Schomers MR, Pulvermüller F：Is the Sensorimotor Cortex Relevant for Speech Perception and Understanding？An Integrative Review. Front Hum Neurosci，10：435，2016.
23）Kujawa SG, Liberman MC：Adding insult to injury：cochlear nerve degeneration after “temporary” noise-induced hearing loss. J Neurosci，29：14077-14085，2009.
24）Schuknecht HF, Woellner RC：An experimental and clinical study of deafness from lesions of the cochlear nerve. J Laryngol Otol，69：75-97，1955.
25）Liberman MC：Noise-induced and age-related hearing loss：new perspectives and potential therapies. F1000Res，6：927，2017.
26）Liberman MC, Kujawa SG：Cochlear synaptopathy in acquired sensorineural hearing loss：Manifestations and mechanisms. Hear Res，349：138-147，2017.
27）Nagao K, Riegner T, Padilla J, et al：Prevalence of Auditory Processing Disorder in School Aged Children in the Mid-Atlantic Region. J Am Acad Audiol，27：691-700，2016.
28）de Wit E, Visser-Bochane M, Steenbergen B, et al：Characteristics of auditory processing disorders：A systematic review. J Speech Lang Hear Res，60：1448-1450，2017.

閲覧情報：日本ディサースリア臨床研究会