

■原著

中枢性語音弁別障害患者の音の大きさと時間解析能

鈴木重忠* 能登谷晶子* 古川 侃*

要旨：平均聴力レベルが30dB以内の聴力正常にもかかわらず、1音節語音の聴取能が30%以下の脳損傷患者5名の8耳（左4耳、右4耳）を対象に、音の大きさの解析能をSISI test score と自記オーディオグラムの振幅の大きさと、音の時間解析能を short tone test の域値で検討した。対照群に比し、異常を示したのは、SISI test で左2耳と右3耳、自記振幅で左1耳と右2耳、short tone test で左2耳と右4耳であった。これらの結果の組み合わせから、中枢性の損傷による語音の弁別障害は三つのタイプに分類でき、音の大きさと時間の解析因子は独立して語音の弁別に関与することがわかった。加えて、両因子の半球支配と責任病巣の範囲に言及した。

神経心理学, 6; 195~201

Key Words : 語音の弁別因子, 純粋語聾, 音の大きさ解析能, 音の時間解析能, 中枢聴覚経路
factors of phonemic discrimination, pure word deafness, loudness discrimination, temporal resolution, central auditory processing

聴力レベルが正常または軽度の難聴にもかかわらず語音の聴覚的弁別能が著しく低下する類型は比較的稀で、純粋語聾 (Kusmaul, 1877) として知られている。この中枢性の語音弁別の障害は Wernicke 失語にもしばしば見られる症状 (Brown, 1972; Rubens, 1979) でもある。しかし、その神経心理学的機序はあきらかではない。

近年、中枢性の聴覚障害の因子として、聴覚的時間解析能; auditory temporal resolution (橋本, 1968; 磯島ら, 1971, 1972; Albert ら, 1974; Chocholle ら, 1975; Auerbach ら, 1982; Motomura ら, 1986; Tanaka ら, 1987) と、聴覚的音の大きさの变化解析能; sensitivity of loudness (Jerger, 1959; Harbert ら, 1969; 鈴木, 能登谷, 1982) の低下が指摘されている。前者についての検査

は、1 ms~数100ms の短い音の域値曲線を求めるもの (brief tone audiometry; short tone audiometry; short tone test) や短い2音の間隔弁別域値を求めるもの (click fusion test) や一定時間内の click 音を数えるもの (click counting test) などがある。後者に属するものでは、Jerger (1959) の SISI (short increment sensitivity index) test 値や自記オーディオメータ (Békésy, 1947) による記録振幅の大きさが指標となる。しかし、これらの方法による指摘は個々の症例についてのもので、中枢性の語音弁別能が低下している複数例について検討した報告は見あたらない。

われわれは、新しく考案した時間解析能検査 (鈴木, 能登谷, 1989) と従来の検査法を用いて、中枢性の語音弁別不良の複数例 (耳) について音の時間と大きさの解析能を検討し若干の

1990年4月21日受理

Loudness Discrimination and Temporal Resolution of Patients with Poor Phonemic Discrimination

*金沢大学医学部耳鼻咽喉科学教室, Shigetada Suzuki, Masako Notoya, Mituru Furukawa: Dept. of Otorhinolaryngology, School of Medicine, Kanazawa University.

表1 語音弁別不良群の内訳

症例	年齢	性別	原疾患	聴力 (dB)		語音弁別 (%)	タイプ	損傷部位
1	54	女	脳梗塞	左17	右13	5	感覚失語	左側頭葉
2	60	女	脳出血	62	20	30	感覚失語	左被殻
3	25	男	松果体腫瘍	25	25	20	純粹語聾	下丘
4	19	女	L-K症候群*	15	14	30	純粹語聾	?
5	40	男	外傷	20	65	5	感覚失語	両側頭葉

*L-K症候群, Landau-Kleffner 症候群

知見を得たので、その成績を報告する。

I 方 法

1. 対象

平均聴力レベルが30dB 以内の正常聴力にもかかわらず1音節の語音弁別能（語音聴力検査語表57式または67式リスト「日本オージオロジー学会, 1957, 1969」による最高明瞭度）が両耳聴および片耳聴で30%以下である脳損傷患者5例の中8耳（他の2耳は中等度難聴のため除外）を対象とした。脳損傷の内訳は広範な左側頭葉の梗塞1名、左被殻出血1名、松果体部腫瘍1名、4—12歳頃まで diffuse slow spike and wave complex を呈したが、CT や MRI では明らかな異常所見がない Landau-Kleffner 症候群1名、外傷による両側頭葉損傷の1名で平均年齢39歳（19—54歳）、全例右利きである（表1）。5例とも環境音の認知は良好（90%以上）で、3例が感覚失語と語聾の合併、2例は純粹語聾のみの病態である。

対照群は、語音弁別能良好（80%以上）の①聴力正常で右利き、左半球損傷による言語障害患者4名（麻痺性構音障害、運動失語、超皮質性感覚失語、混合失語各1名）、それぞれ左被殻出血、左脳梗塞（CTによる損傷部位は左下前頭葉から頭頂葉）、左側頭葉の萎縮、左視床出血によるもので、平均年齢56歳（50—62歳）の8耳と、②末梢性難聴7名（感音性6名、混合性1名）、平均年齢31歳（18—60歳）の12耳（40—80dB）および、③健常成人7名、平均44歳（26—60歳）の聴力正常の12耳とした。

2. 検査

対象耳に次の三種の聴覚検査を防音室内でお

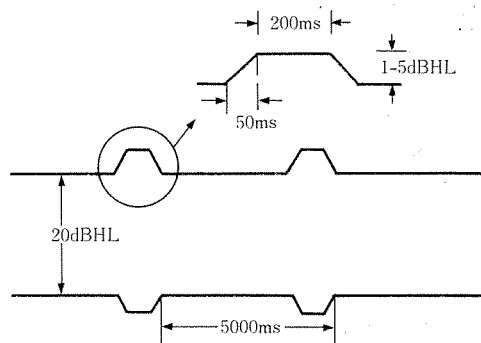


図1 SISI test の刺激音

こなった。

1) SISI test (short increment sensitivity index test)

音の大きさの変化を弁別し得る域値を求める検査の一つである (Jerger, 1959)。聴力域値上20dB の純音を持続してきかせ、5秒間隔に200ms分を1—5dB増幅した音を聴取しえた回数を%スコアで表示する原法によっておこなった（図1）。このスコアを無声子音弁別に重要な2000Hzで求めた。SISI スコアは末梢性感音（内耳性）難聴で高く、後迷路性で低く現れる (Harbert ら, 1969; 鈴木, 能登谷, 1982) 傾向があるので、本実験では3dBの増幅でも30%以下のものを異常値とした。

2) 自記オージオメトリー (self recording audiometry)

音の大きさの変化の感度は自記オージオメータ (Békésy, 1947) を用いた自動記録の振幅の大きさによって知ることができる。500Hzと2000Hzの固定周波数持続音を減衰速度2.5dB/sec できかせた。正常ないし内耳性障害の振幅は15dB以下 (Lundberg, 1952; Palva, 1956;)

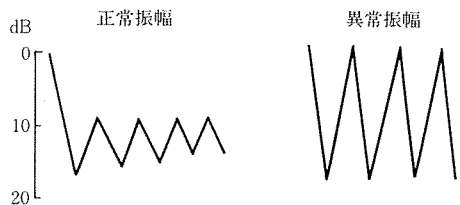


図2 自記オーディオグラムの振幅

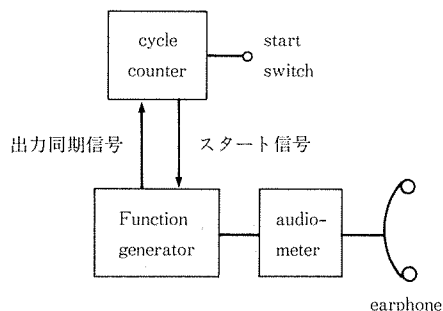


図3 短音検査のブロックダイアグラム

Epstein, 1960) であるので、16dB 以上のものを異常とした(図2)。

3) 短音検査 (short tone test)

音の提示時間を短くすると域値が変化することは、すでに Kusharski (1927) や Békésy (1930) が見いだしている。われわれは各周波数の10サイクル分(250Hz 40ms; 500Hz 20ms; 1000Hz 10ms; 2000Hz 5ms; 4000Hz 2.5ms; 8000Hz 1.25ms)の短音の域値が、1000Hzの短音域値を0dBとしたときに、純音域値と比較的一致することに気づき、これを短音検査の変法として用いる(図3)。中枢性難聴では短音域値が上昇する場合のあること(橋本, 1968; 磯島ら, 1971, 1972)より、通常の純音気導域値との差を見ることで、語音弁別に必要な時間解析能を調べることができる。

II 結 果

1. 音の大きさの变化解析能

SISI スコアが3dB増幅でも30%以下の低い異常値を示したのは8耳中5耳(左耳2耳, 右耳3耳)であった。個人別では5名中3名が低いスコアであった(表2-a)。対照群には低

表2 音の大きさの弁別能

症例	耳側	SISI a スコア の異常	自記オー b ジオグラム の異常	c いずれ かの異常
1	左	+	-	+
	右	+	+	+
2	右	+	+	+
3	左	-	-	-
	右	-	-	-
4	左	+	-	+
	右	+	-	+
5	左	-	+	+
計	左	2/4耳+	1/4耳+	3/4耳+
	右	3/4耳+	2/4耳+	3/4耳+

い異常値を示すものはなかった。

自記オーディオグラムの振幅が500Hzと2000Hzの両方で15dB以上の異常を示したのは、8耳中3耳(左耳1耳, 右耳2耳)であった。個人別では5名中3名が拡大していた(表2-b)。500Hzまたは2000Hzの一方のみに異常を示したものはなかった。対照群には15dB以上の異常はなかった。

両検査の異常が一致したものは8耳中2耳(右2耳)の2名、一致しないものは8耳中4耳(左3耳, 右1耳)の3名であった。両検査とも異常を認めなかったものは1名の2耳であった。異常が両検査ともまたは一方のみにあるものを、大きさの变化解析能に問題があるとする、8耳中6耳(左3耳右3耳)の4名ということになる(表2-c)。

2. 音の時間解析能

純音検査と短音検査による各周波数の平均域値差を図4に示した。対象群は各周波数の域値全てが対照群に比しt検定で有意の差($p < 0.05-0.01$)で上昇(低下)していた。個人別に見ると2名の2耳(いずれも左耳)では対照群と差がなかった。

3. 音の大きさと時間の解析能

SISI スコアと自記オーディオグラムの振幅異常の両方またはいずれか一方をもつものを音の大きさ解析能の障害とし、短音域値の上昇を時間的解析能の障害として、両者を組み合わせる

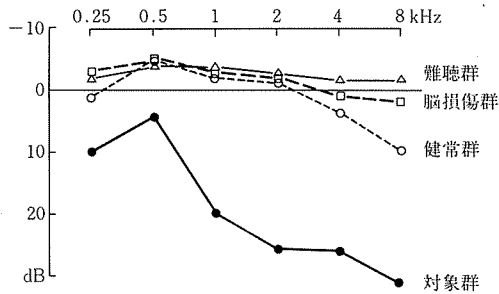


図4 短音の域値

と(表3), 1) 大きさと時間の両方に障害をもつものは8耳中4耳(左1耳, 右3耳)の3名, 2) 時間のみの障害は2耳(左1耳, 右1耳)の1名, 3) 大きさのみの障害は2耳(左耳のみ)の2名と, 三つのタイプにわかれた。また, 同一症例でも左右耳でタイプの異なる場合があった。

III 考 察

1. 大きさの解析能

SISI スコアの異常と自記オーディオグラムの振幅異常が一致したものは右耳の2耳のみで, ほかの4耳はいずれか一方のみの異常であった。また, 症例3の両耳は異常を示さなかった。このことは, 大きさの解析能が語音の弁別に関与する場合と関与しない場合があることを示唆する。

また, SISI スコアと自記オーディオグラムの振幅の異常が一致しない例の存在は, 同じ音の大きさの変化についての解析能を調べる検査であっても, 両者が異なった因子を見ている可能性が高い。すなわち, 前者は立ち上がり50msの音の大きさの変化の解析能であり, 後者は2.5dB/secの増減速度の解析能である。前者は速い時間内での大きさの変化であり, 後者は比較的遅い時間での大きさの変化を見ている点で異なるものといえる。

語音を構成する音響成分のうち多くの子音パワー(μw)は母音の1/100以下である(Sacia, 1962)から, 子音の大きさの解析能は比較的弱い音の大きさの解析能が主体となろう。

SISI スコアも自記振幅もこの解析能に関与

表3 音の大きさと時間の解析能の組み合わせ

症例	耳側	大きさの 解析異常	時間の 解析異常	タイプ
1	左	+	-	III
	右	+	+	I
2	右	+	+	I
3	左	-	+	II
	右	-	+	II
4	左	+	+	I
	右	+	+	I
5	左	+	-	III
計	左	3/4耳+	2/4耳+	I 右3, 左1
	右	3/4耳+	4/4耳+	II 右1, 左1 III 左2

すると推測したが, 本研究に関する限り, 後者の異常が8耳中3耳という数からは, 前者のほうがより語音の弁別能を反映していることになる。しかし, 両者ともあるはいずれか一方の異常を大きさの弁別障害ありとすると8耳中6耳の異常ということになる。他の2耳に認められなかったことは, この因子のみが語音弁別の必要十分因子とはいえないことになる。両検査の異常を左右差で見ると, 左耳の異常は8耳中3耳に対して右耳の異常も8耳中3耳と差異はない。したがって, 音の大きさの解析能は両半球に存在している可能性がある。興味深いのは両検査で異常を示さなかった松果体部腫瘍の両耳であった。脳幹障害の場合の特徴といえるかは今後の検討課題である。

2. 時間の解析能

母音や子音の持続時間は単音節中で長く文章中で短くなる傾向がある。単音節中では母音は250ms以下であり, 子音は200ms以下である(鳥井, 1957)。子音のうち最も短い無声破裂音/p/, /t/, /k/の持続時間は10—42msであり(佐藤, 1958), /p/と/t/の子音部の時間(burst)差はわずか3ms, /t/と/k/の差は30ms程度である。有声子音/b/, /d/, /g/間の先行有声音(buzz)の時間差も3msから20msにすぎない(佐藤, 1958)。これらの子音や母音の弁別にはきわめて短い時間内における時間差やフォルマントのわたり(移行)の解析能が関与している

はずである。

この時間的変化の解析能の低下を示したのは8耳中6耳であった。語音の弁別能にかんする因子としては、音の大きさ解析能(SISIで8耳中5耳、自記振幅で8耳中3耳)よりも語音弁別に関与する度合いが大きいためである。また、異常は左耳の2耳に対して右耳4耳であり、左耳の2耳ではこの異常はなかった。

このことは、時間的解析能が左半球優位性に存在する可能性を示唆する。しかし、これのみが語音弁別能の共通因子ではないことをも示唆している。むしろ大きさの弁別能の場合と同様に独立して語音弁別能に影響する因子と考えたほうがよさそうである。

3. 大きさと時間解析能の組み合わせ

両解析能を組み合わせると三つのタイプにわかれた。このことは、語音弁別能に大きさの解析能と時間解析能とが双方関与する場合と一方のみが障害因子となっている場合があることを示している。一方の因子のみでも弁別能が低下することがあるということは、両因子が独立した別個の障害因子であることを意味する。すなわち、単独でも語音弁別能の低下をもたらし、両者が競合して語音弁別能を低下させる場合もあるということになる。したがって、一方の検査のみでは不十分である。今後は少なくとも両因子の語音弁別能への関与を個別に検討することが必要であろう。

両障害因子の組み合わせを見ると、両因子が関与するI型は右耳に優勢(左耳1耳、右3耳)、時間因子のみのII型は左右各1耳、大きさ因子のみのIII型は左2耳のみであった(表3)。すなわち、時間解析では右耳の4耳中4耳が、大きさの解析では左耳の4耳中3耳が関与している。これらの傾向から時間解析能は右耳(左半球)優位に対して、大きさの解析能は左耳(右半球)優位のように見受けられる。

Albert(1974)によれば左半球損傷は聴覚刺激の時間的分析(temporal resolution)の低下をもたらし、右半球損傷では継続的(sequencing)聴覚刺激を受け取る能力が障害されるという。本研究でも同様の傾向が見られたこと

はAlbertの説を支持すると考える。この左右半球の機能差も今後の検討課題である。

4. 病巣の範囲

平野(1982)は、純粹語聲の責任病巣を剖検所見の記載された20例について検討している。その結果、責任病巣は左側頭葉を含む両側側頭葉(特にT1)の皮質・皮質下の単独あるいは重複して(重複することが圧倒的に多いが)存在する可能性が高いと結論している。本研究では病巣と検査成績との関連を検討するまでにはいたらなかった。

しかし、ここでふれたいのは、皮質下の責任病巣の範囲である。本研究対象のうち松果体部腫瘍の症例でも語音弁別能が低下していた(腫瘍摘出後改善している)。Pick(1895)の小脳腫瘍の症例でも同様であった。また、聴神経腫瘍例でも低下する(Jerger, 1960; Johnson, 1968)という。これらの事実から、語音弁別能低下に関する皮質下の責任病巣は、脳幹および蝸牛神経までの聴神経幹を含む広い範囲に存在するといえる。

したがって、語音弁別能の低下は後迷路性(切替ら, 1973)の損傷レベルであれば、どのレベルでも起こり得ることを強調するものである。レベルによる語音弁別障害の特徴がどのように異なるのかはまだ明らかではない。松果体部腫瘍の両耳とも音の大きさについての解析能の異常を示さなかった。これが脳幹のレベルの損傷の特徴であるかはさらに聴神経腫瘍例をも加えた資料の集積が待たれるところである。

文 献

- 1) Albert, M. L. & Bear, D.: Time to understand; a case study of word deafness with reference to the role of time in auditory comprehension. *Brain*, 97; 373-384, 1974.
- 2) Auerbach, S. H., Allard, T., Naeser, M., Alexander, M. P. & Albert, M. L.: Pure word deafness: analysis of a case with bilateral lesions and defect at the prephonemic level. *Brain*, 105; 271-300, 1982.
- 3) Békésy G. v. (1930): (切替一郎, 他: 聴覚検査法, 第2版, 医学書院, 東京, 1974.) よ

り引用。

- 4) Békésy, G. v. : A new audiometer. *Acta Otolaryngol.* (Stockh.), 35 : 411-422, 1947.
- 5) Brown, J. W. : Aphasia, Apraxia, and Agnosia. Charles C. Thomas, Springfield, 1972.
- 6) Chocholle, R., Chedru, F., Botte, M. C., Chain, F., & Lhermitte, F. : Etude psycho-acoustique d'un cas de surdité corticale. *Neuropsychologia*, 13 : 163-172, 1975.
- 7) Epstein, A. : Variables involved in automatic audiometry. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 69 : 137-141, 1960.
- 8) Harbert, E., Young, I. M., & Weiss, B. C. : Clinical application of intensity difference limen. *Acta Otolaryng.*, 67 : 435-443, 1969.
- 9) 橋本喜光 : 短音の聴覚現象とその聴力検査への応用. *耳鼻臨床*, 61 : 1419-1442, 1968.
- 10) 平野正治 : 純粹語彙について. *神経心理学の源流 失語編上* (秋元波留夫他編), 創造出版, 308-329, 1982.
- 11) 磯島原三, 種村恭夫, 萩原啓二, 石神寛通 : 聴覚系制御機構. その1. *Audiology Japan*, 14 : 577-602, 1971.
- 12) 磯島原三, 種村恭夫, 萩原啓二, 石神寛通 : 聴覚系制御機構. その2. *Audiology Japan*, 15 : 178-200, 1972.
- 13) Jerger, J., Shedd, J. L. & Harford, E. R. : On the detection of externally small change in sound intensity. *Arch. Otolaryng.*, 69 : 200-211, 1959.
- 14) Jerger, J. : Békésy audiometry in analysis of auditory disorders. *Journal Speech & Hearing Research*, 3 : 275-287, 1960.
- 15) Jerger, J. : Observation on auditory behavior in lesion of the central auditory pathways. *Arch. Otolaryng.*, 71 : 797-806, 1960.
- 16) Johnson, E. W. : Auditory finding in 200 cases of acoustic neuroma. *Arch. Otolaryng.*, 88 : 598-603, 1968.
- 16) 切替一郎編 : 中枢神経障害へのアプローチ. 金原出版, 東京. P142, 1973.
- 17) Kucharski (1927) : (切替一郎他 : 聴覚検査法, 第2版, 医学書院, 東京, P170, 1974) より引用.
- 18) Kussmaul, A. : Disturbance of speech. in *Cyclopedia of the Practice of Medicine*, Vol. 14, (ed. by H. von Ziemssen) William Wood, New York, 1877. (神経心理学の源流. 失語編上, 秋元波留夫他編, 創造出版, P308, 1982より引用)
- 19) Lundberg, T. : Diagnostic problems concerning acoustic tumors. *Acta Otolaryng.* (Suppl.) (Stockh.), 99 : 1-110, 1952.
- 20) Motomura N., Yamadori, A., Mori, E. & Tamaru, F. : Auditory agnosia : analysis of a case with bilateral subcortical lesions. *Brain*, 109 : 379-391, 1986.
- 21) Palva, T. : Recruitment tests at low sensation levels. *Laryngoscope*, 66 : 1519-1540, 1956.
- 22) Pick, A. : Neue Beiträge zur Pathologie der Sprache. *Arch. f. Psychiat.*, 28 : 1-52, 1895.
- 23) Rubens, A. B. : Agnosia in Clinical Neuropsychology (ed. by Heilman, K. M. & Valenstein, E.). Oxford, New York, 233-267, 1979.
- 24) Sacia, C. F. & Beck, C. J. : The power of fundamental speech sound. *Bell Syst. Tech. Journal*, 5 : P393, 1962.
- 25) 佐藤利男 : 有声, 無声破裂音の時間的要素の差異について (聴覚と音声. 三浦種政監修, 電子通信学会, 285-286, 1980より引用).
- 26) 鈴木重忠, 能登谷晶子 : 純粹語彙の機序. 第6回日本神経心理学会 (抄), P40, 1982.
- 27) 鈴木重忠, 能登谷晶子 : 語音把握と音の大きさ・時間弁別能. 第13回日本神経心理学会 (抄), P98, 1989.
- 28) Tanaka, Y., Yamadori, A. & Mori, E. : Pure word deafness following bilateral lesions : a psychophysical analysis. *Brain*, 110 : 381-403, 1987.
- 29) 鳥井規子 : 日本語ソナグラムについての若干の考察. (聴覚と音声. 三浦種政 監修, 電子通信学会, P288, 1980より引用)

Loudness discrimination and temporal resolution of patients with poor phonemic discrimination

Shigetada Suzuki, Masako Notoya, Mituru Furukawa

Dept. of Otorhinolaryngology, School of Medicine, Kanazawa University

The purpose of this study was to investigate the mechanism of poor phonemic discrimination derived from central auditory processing. Three psychophysical methods were utilized; Békésy audiometry, short tone test, and short increment sensitivity index. Subjects were five brain damaged patients who had showed poor phonemic discrimination in spite of about normal hearing level by pure tone audiometry. As a results of

this investigation, it was found that the mechanisms of poor phonemic discrimination is consisted of three types; (1) both temporal resolution and loudness discrimination are defective; (2) only temporal resolution shows a breakdown; (3) only the loudness discrimination is poor. Moreover, we discussed hemispheric management with these factors.