

聴覚刺激への胎児の記憶に関する研究

研究第3部 加藤 忠明・高橋 悦二郎

研究協力者 水上 啓子(日本医科大学付属
第一病院産婦人科)

樋口 のぞみ(幼児開発協会)

小林 登(東京大学医学部小児科)

I はじめに

胎児の聴覚性反応に関する研究は、Peiper (1924)¹⁾が音刺激に対する胎児の反応を報告してより、Sontagら(1935)²⁾、Smithら(1965)³⁾、Jensenら(1982)などによって受け継がれている。日本でも、小川(1955)⁴⁾、荒山(1966)⁵⁾、荒木(1972)⁶⁾、越野(1975)⁷⁾、亀山(1983)⁸⁾などの研究が見られる。これらの研究は、多くは耳鼻科・産婦人科領域において、胎児の発育の診断や疾病の早期発見などに、胎児の聴覚性反応が有効な指標と成り得るか否かを、刺激に対する胎動や心拍反応を手がかりに検討したものである。さらに最近は、胎児や新生児の能力に関して、小林らを中心に学際的な研究⁹⁾が進んでいる。胎児の環境には種々の音があり¹⁰⁾、胎児の聴覚系は胎生26週にはほぼ完成し¹¹⁾、胎生28週以後の胎児は、週数が進むにつれて外界の音刺激に応答する率が高くなり⁷⁾、慣性化をもたらさないためには、音刺激の持続時間は5～6秒が適切であり³⁾⁷⁾、出生後の新生児は子宮内音により鎮静化しうる¹²⁾、といわれている。妊婦水泳をした妊婦、また、飛行機の爆音の多い飛行場付近の妊婦から出生した新生児について、胎児期に聞き慣れていた音にはコントロールと違った反応をする可能性も指摘されている¹³⁾。しかし、外界の人間の音声を胎児が記憶しているかどうかに関しては、まだ確かめられていない。早期新生児では、外界の雑音より人声に反応しやすいといわれている¹⁴⁾ので、胎児でも人間の音声を記憶している可能性は考えられる。そこで、我々はカセットテープに吹き込んだ俳句の朗読を胎児に聞かせ、その胎児が出生後、同じ俳句とコントロールの音声を、新生児になってから聞いた時の心拍を比較分析することを試みた。俳句を言語的正刺激として選択した理由は、俳句は独得のリズムを持ち、また、読む時にも特有な抑揚を

つけて読まれることから日常会話とは異なり、胎児の一般的言語環境(日常会話)を「地」とした時に「図」となり得る言語刺激の一つと考えたことによる。

II 対象

妊娠24～28週に愛育病院を受診した約30人の妊婦に、俳句を1日2回腹部(胎児)に聞かせるよう依頼した。当該妊婦の中で以下の①から③までの条件を満たした者より出生し、④から⑩までの条件を満たした新生児7名を被験群(俳句群)として選び出した。また、①以外の②から⑩までを満たした新生児7名をコントロール群として設定した。

- ① 妊娠24週から出産までの期間中に、延べ125～233回、俳句を聞かせた妊婦
- ② 妊娠経過中、重症な合併症は伴わなかった妊婦
- ③ 年齢が20～34歳の妊婦
- ④ 経腔自然分娩
- ⑤ 正期産児
- ⑥ 出生体重が2500g以上4000g未満の新生児
- ⑦ 臨床的に健康な新生児
- ⑧ 5分後APGAR指数 \geq 8点
- ⑨ 光線療法への適応はなかった新生児
- ⑩ 生後2～7日の新生児

III 方法

俳句A(ねこの子のちよいとおさえる木の葉かな)の女性の朗読(1回約7秒)が5秒間隔で合計15回(約3分間)吹き込まれているテープを、カセットテープレコーダーで、胎児に聞かせるよう妊婦に依頼した。ゆらたりとした姿勢をとって腹部を楽にし、胎動のある時とない時それぞれ1回ずつ1日2回、うるさいと思われない

位のなるべく大きめの音で、妊婦の腹壁から約30cm離れた位置でスピーカーを腹部に向けて聞かせるようにした。以上のことにより、胎生24週以後の7名の胎児（俳句群）は出生前に125~233回、俳句Aの朗読という外来からの聴覚刺激を受けた。同じ俳句A、別の俳句B（くりひろいねんねんころりいいながら）、文章C（実験に御協力くださりありがとうございました）の女性の朗読が吹き込まれているテープを、俳句群とコントロール群の新生児に、State 2~3の状態（Brazeltonの分類¹⁵）による）の時に聞かせ、その時の心電図を分析した。別の俳句Bは、俳句Aと似てはいるが異なるもの（五・七調でリズムは似ているが音素が異なる）、文章Cは、全く別のリズムを持った一般的な言葉という意味で選択設定した。State 1は新生児が深い睡眠状態なので音を聞いていない可能性、State 4は他の状態にすぐ変化する可能性、State 5~6は体動による心拍の変化の大きい可能性があるため除外した。比較的心拍の変化の少ないREM期¹⁶を主に、State 2~3の時に俳句等を、愛育病院内の比較的静かな個室で聞かせた。図1のようにAA（5秒間隔で俳句Aが2回繰り返して吹き込まれているテープ）、BB（5秒間隔で俳句Bが2回）、CC（5秒間隔で文章Cが2回）が、それぞれ2回ずつ30秒おきにat-randomな順序で合計6回吹き込まれているテープを使用し、対象児に聞かせた。対象児の耳もとから約20cm離れた位置に

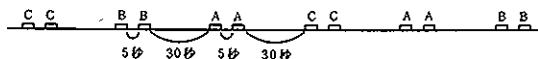


図1 新生児に聞かせるテープ

スピーカーをおき、最大音量80dB以下で聞かせた。AA、BB、CCを聞かせた期間とその前後の合計20秒間のR-R間隔の平均値と標準偏差値を計算し、対象児1人1人について、それらの順位をつけた。

心電計は日本光電のハートモニタOEC-5301を改良し、毎回のR-R間隔が縦軸の長さとして表記され、記録が階段状になるようにして使用した。心電計のローターの回転速度による誤差を少なくするため、R-R間隔の値は縦軸の長さを測定した。R-R間隔の呼吸性変動による誤差を少なくする目的では、サンプリング時間は長い方が良いが、同じ音刺激を繰り返し聞かせると、慣れの現象¹⁵が生じてしまう可能性があるため、それらを少しでも取り除くため、今回の実験では2回ずつ刺激を対象児に聞かせ、その20秒間のR-R間隔の平均値と標準偏差値を計算した。また、個々の新生児の心拍数やその標準偏差値は、個人差が大きいため、個体間での単

純な比較は意味がない。従って、同一個体内の資料についてAA、BB、CCの順位をつけた上で、個体間の差を検討した。

IV 結果

20秒間のR-R間隔の平均値に関しては、AA、BB、CCの順位に一定の傾向は認められなかった。

20秒間のR-R間隔の標準偏差値に関しては、大きい順に表1に俳句群7名の順位、表2にコントロール群7名

表1 俳句群におけるR-R間隔の標準偏差値の順位

順番	児a	児b	児c	児d	児e	児f	児g
1	AA	AA	AA	BB	AA	AA	CC
2	BB	CC	AA	BB	BB	AA	AA
3	AA	AA	CC	AA	AA	BB	BB
4	BB	BB	BB	CC	CC	CC	BB
5	CC	CC	BB	AA	BB	CC	CC
6	CC	BB	CC	CC	CC	BB	AA

表2 コントロール群におけるR-R間隔の標準偏差値の順位

順番	児h	児i	児j	児k	児l	児m	児n
1	CC	AA	CC	CC	BB	BB	BB
2	AA	AA	CC	AA	AA	BB	CC
3	BB	CC	BB	BB	CC	CC	CC
4	CC	BB	BB	AA	CC	AA	AA
5	BB	CC	AA	BB	AA	CC	AA
6	AA	BB	AA	CC	BB	AA	BB

の順位を示す。表1より俳句群7名では、AAを聞かせた時に新生児のR-R間隔の標準偏差値は大きい傾向であった。表1に関して14個のAAの順位とBBの順位を検定すると両側危険率1%（サイン検定、 $x=5<6$ ）で、14個のAAとCCを比較検定すると両側危険率5%（サイン検定、 $x=8=8$ ）で有意差があった。しかし、14個のBBとCCでは有意差は認められなかった。表2よりコントロール群7名では順位に一定の傾向は認められなかった。14個のAAの順位に関して表1と表2を検定すると、俳句群はコントロール群と比較して、両側危険率5%（Mann-Whitney U検定、 $U=53.5<55$ 、 $z=2.08$ ）で有意差があった。

V 考察

生後数日の新生児は、周囲の人々の話し声に同期して身体を動かすといわれている¹⁴⁾¹⁷⁾が、この事実は、我々に2つのことを想起させる。1つは、新生児が生来的に社会的な予備適応 social pre-adaptation¹⁸⁾として、人の話し声に合わせる機構をそのハード・ウェアに持ち合わせているに違いない、ということであり、今1つは新生児が胎児期に既に人の話し声を経験しており、その経験が生後間もなくから児の社会的な行動に何らかの役割を果たしているのではないかと、いうものである。後者についてを大まかではあるが実験的に確かめてみようと思つたのが本研究である。

心拍反応の研究及び心拍反応を行動理解の指標とした研究は過去に数多い。増拍、減拍、バラツキ variability については多くの知見が出されてきている¹⁹⁾²⁰⁾。大人や児童については、心拍反応のうちの増拍を外界の刺激に対する拒否、防禦反応、減拍を“何だろう”反応 orienting response、または注意集中反応と見なす見方は一般的である。しかし、大人や児童から得られた心拍反応に関する知見は新生児にはあてはまらないという報告²¹⁾²²⁾もある。しかし、今までの心拍反応の研究ないしは心拍反応を感覚の指標として用いた研究では、対象が大人でも新生児でも、刺激入力時の心拍を調べるのに、心拍をどの時点でどれだけの期間どのようなやり方でサンプリングするかは研究者によってまちまちであった²⁰⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾。また、新生児の心拍反応に関する研究では、反応に大きな影響を持つ行動状態が厳密なかたちでは考慮されていなかった。従って、心拍反応を新生児の反応の指標として適用することに十分可能性があると考え、本研究を設定した。

成人が緊張している時は、R-R 間隔の平均値と標準偏差値は小さく、緊張がほぐれている時は、平均値と標準偏差値は大きいといわれている²⁴⁾。増拍や減拍反応については別に報告した²⁵⁾ので、今回は、平均値と標準偏差値について分析を試みた。我々の実験では、R-R 間隔の平均値に関しては一定の傾向は認められなかったが、R-R 間隔の標準偏差値は、聞き慣れている俳句を聞かせた場合に大きい傾向であった。俳句Aの朗読という聴覚刺激にさらされていた俳句群の胎児が出生後、その児に俳句A、俳句B、文章Cを聞かせ、聞かせている間のR-R間隔を分析すると、その標準偏差値は、BやCに比較してAの時に有意に大きかった。また、俳句群の新生児とコントロール群の新生児に俳句Aを聞かせた場合、R-R間隔の標準偏差値を比較すると、俳句群で有意に大きかった。俳句群は7名と少ないが、妊娠中に同じ俳句を125回以上聞かせて

あり、かつ、母子ともに健康である児を選びだすと、例数が限定されてしまうのはやむをえない。以上のことは、①胎児期の聴覚経験は生後の聴覚反応に影響を持つらしいこと、②心拍の標準偏差値が新生児研究において反応の指標となりうる可能性を示唆するものといえる。胎児は、胎児期より外界の俳句の朗読を聞いて、それを何らかのかたちで記憶しており、出生後にコントロールと異なる反応を示すと考えられる。外界の音は子宮内では減衰されるので¹⁰⁾、胎児は俳句の言葉そのものよりも、俳句のリズムや抑揚の方を覚えている可能性も考えられるが、その点に関しては今後検討していきたい。

なお、本論はエントレインメント研究会¹⁷⁾にて研究方法の検討、データの整理と分析をおこなった。また、

胎児期に125回以上同じ俳句の朗読を聞くという聴覚経験をjして出生した新生児は、同じ俳句を聞いた場合、心電図で分析すると、対照音や対照児とは異なる反応をする可能性が考えられた。

参考文献

- 1) Peiper, A.: Sinnesempfindungen des Kindes vor seiner geburt. Mschr. Kinderh., 29: 236, 1924.
- 2) Sontag, L.W. & Wallace, R.F.: The movement response of the human fetus to sound stimuli. Child Development, 6: 253~258, 1935.
- 3) Smith, C.N.: A review of obstetric measurements. Digest of the 6th International Conference on Medical Electrical, Biological Engineering, 30: 499~504, 1965.
- 4) 小川玄一: 人胎児脳とくに人胎児の視覚および聴覚に関する脳波的研究。北海道産婦人科学会誌 6: 60~65, 1955.
- 5) 荒山喬: 音刺激による胎児の反応について。Audiology, 9: 44~45, 1966.
- 6) 荒木俊輔: 胎児・新生児の音響刺激に対する誘発反応について。日本産科婦人科学会誌 24: 267~275, 1972.
- 7) 越野立夫: 音・光刺激に対する胎児の応答とそれによる胎内発育遅延の診断的価値。日本医科大学誌 42: 371~378, 1975.
- 8) 亀山信彦: 周産期における振動刺激による胎児機能検査に関する研究。日本医科大学誌 50: 10~21, 1983.

- 9) 小林登：厚生省「母子相互作用研究班」報告書 昭和58年3月
- 10) 岩佐靖男：子宮内音響の計測について 産婦人科の実際 27: 701~709, 1978.
- 11) 加我君孝, 鈴木淳一：聴覚神経系の発達 周産期医学 13: 1932~1937, 1983.
- 12) 佐々木毅：子宮内音響による新生児の behavioral state の変化に関する研究 日本新生児学会雑誌 14: 384~394, 1978.
- 13) 室岡一：新生児と音 ざおむつ No2:30~33, 1983.
- 14) Kato, T., et al: A computer analysis of infant movements synchronized with adult speech, *Pediatr. Res.*, 17: 625~628, 1983.
- 15) Brazelton, T.B.: Neonatal Behavioral Assessment Scale (Clinics in Developmental Medicine No.50.), Spastics International Medical Publications. 1973.
- 16) Haddad, G.G. et al: The R-R interval and R-R variability in normal infants during sleep. *Pediatr. Res.*, 14: 809~811, 1980.
- 17) 小林登, 他：周産期の母子間コミュニケーションにおけるエントレインメントとその母子相互作用としての意義 周産期医学 13: 1883~1896, 1983.
- 18) Schaffer, R.: *Mothering*. Open Books Publishing, London, 1977.
- 19) Graham, F.K., & Jackson, J.C.: Arousal systems and infant heart rate responses. *Advances in Child Development and Behavior*, 5: 59~117, 1970.
- 20) Sroufe, A. & Waters, E.: Heart rate as a convergent measure in clinical and developmental research. *Merrill-Palmer quarterly*, 23: 3~25, 1977.
- 21) Gray, M.L. & Crowell, D.H.: Heart rate changes to sudden peripheral stimuli in the human during early infancy. *Journal of Pediatrics*, 72: 807~814, 1968.
- 22) Jackson, J.C. et al: Can newborns show cardiac orienting? *Child Development*, 42: 107~121, 1971.
- 23) Lewis, M. et al: State as a determinants of infants' heart rate response to stimulation. *Science*, 155: 486~488, 1967.
- 24) Porges, S.W.: Heart rate indices of new-born attentional responsivity. *Merrill-Palmer quarterly*, 20: 231~252, 1974.
- 25) 水上啓子, 加藤忠明：胎児期の聴覚経験に関する一研究 教育心理学研究 32: 143~147, 1984.

The memory of fetus exposed to hear Japanese poem

Tadaaki KATO, Etsujiro TAKAHASHI,

Keiko MIZUKAMI, Nozomi HIGUCHI, and Noboru KOBAYASHI

Seven fetuses in pregnant women were exposed to hear the same Japanese poem more than 125 times during 3-4 months before delivery. After delivery at 2-7 days of age they showed more variability in R-R interval as compared with controled sounds & with controled infants during they were hearing the same Japanese poem (haiku). It means that the neonate can remember the human voice which was exposed to hear after about 28 weeks of gestational age.