鼾 の 音 響 学 的 研 究

てら い おさむ
寺 井 修

目 次

第1章 緒 言	3. 成績
第2章 研究方法	4. 考按
1. 研究対象	第4節 特徴周波数帯域
2. 研究装置	1. 対象
3. 分析方法	2. 方法
第3章 研究成績	3. 成績
第1節 基本周波数	4. 考按
1. 対象	第5節 鼾の持続時間と休止時間
2. 方法	1. 対象
3. 成績	2. 方法
4. 考按	3. 成績
第2節 基本周波の規則性	4. 考按
1. 対象	第6節 鼾の強さ
2. 方法	1. 対象
3. 成績	2. 方法
4. 考按	3. 成績
第3節 鼾の起始部並びに終止部の状態	4. 考按
1. 対象	第4章 総括及び考按
2. 方法	第5章 結 論

第1章 緒 言

鼾は極めて日常的な現象であるため、これについての概念は、医師であるか否かを問わず誰もが有しているものである。しかし鼾という言葉の定義は確立しておらず、たとえば辞書のレベルにおいても必ずしも一定していない。定義が確立していないと研究自体にも不明確さを残すのはいうまでもない。

本論文においては、鼾を「睡眠中の異常呼吸音」とする高橋¹⁾の定義を採用し、そのようなものを研究対象とした。すなわちこの定義は鼾を第1には睡眠中の現象であると規定することによって、たとえば喉頭疾患の際に生ずる覚醒時異常呼吸音すなわち喘鳴のようなものは除外し、第2に呼吸音であると規定することによって睡眠中に生ずる歯ぎしりなどを除外し、第3には異常であると規定して、正常な睡眠時呼吸音すなわち「寝息」を区別したものである。

この定義は鼾の発生機構には全く触れていないが、他の定義には鼾の発生源を軟口蓋あるいは舌

Acoustic Studies of Snoring.

Osamu Terai.

大阪医科大学耳鼻咽喉科学教室（主任：武田一雄教授）

根部と規定したものもある。たとえば, Arnold and Luchsinger⁴⁾ は snoring について the intermittent explosions of the slight closure between the relaxed velum and the posterior pharyngeal wall or between the sluggishly dependent tongue base and the posterior pharyngeal wall と述べている。著者もまたこのような考えを否定するものではないが、後述するように鼾の生理学的研究が皆無である以上、現状においては鼾の定義の中にその発生機構までを含めるのは妥当でないと考える。

しかし、一方広く睡眠時異常呼吸音というと、睡眠時にしばしば起る口唇破裂音のようなものも含まれるが、これは一般的な鼾の概念からは除外される。また、たとえば Arnold and Luchsinger は上述の2つのタイプの記述以外に、Owing to laryngeal paralysis, snoring may also emanate from the larynx, when the aspirating action of the airstream causes the flaccid vocal cord to vibrate passively と述べている。このような声帯の“passive” vibration をも鼾と呼ぶかどうかにもまた問題がある。すなわち上述の高橋の定義は決して完全ではない。しかし現状ではこれが最も妥当なものであらうと考えざるを得ない。

さて、鼾は2つの点で耳鼻咽喉科医の関心の対象となる。

第1は耳鼻咽喉科の診断に関したものである。まず、鼾は鼻呼吸よりも口呼吸の際に多発することが経験的に知られている。したがって口呼吸を必然とする状態すなわち鼻閉の一症状として鼾が出現し易い。典型的なものは小児の腺様増殖症であり、成人の高度の副鼻腔炎ことに鼻茸などがこれに次ぐ。すなわち鼾がこれら疾患の診断の一助となるのは周知のことである。

次に、このようないわゆる原因疾患がなくても鼾を生ずることが稀でなく、この場合は鼾自体が社会生活に障害を来し、患者が深刻に悩むことが想像以上に多い。過去においてはこのような場合は、原因疾患がないと言う理由により、医師が治療を拒否することが少くなかった。しかしこの種の鼾のうち可成りの率のものが、軟口蓋形成術によって治癒することが知られている。高橋¹⁾は「身体的現象であってそのため本人の社会生活に著しく支障を来し、しかもその治療が医学的手段によって可能ならば、常識的に病気として扱ってよいと考えられる」と述べているが著者もまた同意見である。

鼾に関するわれわれの第2の興味は、それが上気道から生ずる音響であるという点にある。耳鼻咽喉科医は聴覚、発声、構音を取扱うために、音響一般、ことに生体の上気道から生ずる音響自体については、その診療を離れても興味を有するものであり、ことに鼾をたとえば声帯振動と対比して研究することは有意義であると言える。

このように、鼾は当然耳鼻咽喉科医の関心の対象となる筈であるにもかかわらず、その科学研究は国内外において現在までにほとんど行なわれていない。その最大の理由は、鼾が睡眠中の現象であり、しかも自然睡眠は当然夜間に多いので、鼾患者に医師あるいは研究者が接触し難いという特殊性にある。さらに、睡眠中の口腔内あるいは咽頭腔内の現象を直視的に補え難いこともまた実験的研究の困難さを助長している。

国内外の文献を渉猟すると鼾の定義について国内では大沢²⁾、池松³⁾、高橋¹⁾ 国外においては Arnold and Luchsinger⁴⁾ Robin⁵⁾ らの報告が見られる。鼾の本態については法水⁶⁾、池松³⁾、高橋¹⁾、小川⁷⁾及び G.E. Vaughan⁸⁾ (1900) Robin⁵⁾ (1947) Hinderer⁹⁾ (1963) Arnold and Luchsinger⁴⁾ (1966) が各々説を立てている。また、鼾と睡眠との関係について塚本¹⁰⁾ H. Fischgold and B.A. Schwartz¹¹⁾ William J. Green¹²⁾ の論文が見られる。柳¹³⁾、池松³⁾、高橋¹⁾、Lemoyne et pillet¹⁴⁾、“pfizer spectrum”¹⁵⁾ は鼾の聴覚的分類について述べている。また、池松³⁾ は鼾時の口

の開閉の問題および体格体質についての考察を行なっている。

久保村¹⁶⁾、法水⁶⁾、林¹⁷⁾、大沢²⁾、池松¹⁸⁾、西川¹⁹⁾、進²⁰⁾、稲田²¹⁾、北原²²⁾、Dugas²³⁾、Rand²⁴⁾、Strauß²⁵⁾、Heinberg²⁶⁾及びN.D. Fabricant²⁷⁾は鼾の治療処置について報告している。

鼾の音響学的特性に関するものとしては N.D. Fabricant²⁷⁾ 及び Donald, A. Laird²⁸⁾ が鼾の強さについて、又 Robin⁵⁾ は鼾のピッチについて言及しているが、いずれも研究レベルのものではない。すなわち過去において鼾という現象は国内外で興味を抱かれ、これに関する、種々の報告がなされてはいるが、著者のように科学的手段によって分析的研究を行ったものは、皆無であると言って良い。

なお Marcus, H. Boulware,²⁹⁾ による “The Riddle of Snoring” には81編にのぼる世界各国の参考文献が記載されているので附記しておく。

発声や構音の研究には、発声器官あるいは構音器官自体の生理学的研究と、発声構音の結果生じた音声の音響学的研究、さらにはその聴覚的研究があり、それぞれが独立した意義を有している。鼾の研究にもまたこのような方法があり得るわけである。したがって著者は、鼾研究の手始めとして、音響学的諸要素すなわち基本周波数、基本周波の規則性、特徴周波数帯域、鼾の起始部ならびに終止部の状態、持続時間と休止時間、強さなどに関して音響学的研究を行い、これに一部聴覚的研究を加えて鼾の基本的な音響学的特性を解明することを試みた。

第2章 研究方法

1. 研究対象

兵庫県立尼崎病院耳鼻咽喉科においては昭和39年から、又大阪医科大学耳鼻咽喉科学教室においては昭和43年から、鼾患者の診療を行なっている。その際には一般的診療以外に、実際の鼾を聴く必要がある。しかしながら緒言にも述べたように、われわれが夜間睡眠中の患者のもとへ赴くことは極めて困難であるから、患者の家族などに鼾を録音、持参させ、それを聴くことにしている。本研究で分析の対象としたのはこのようにして録音された鼾である。

この方法を採用することによって、鼾の診療が成立し、又本研究も可能となった。

入手した録音テープは112人分である。このうち分析に対して不適格とみなされるもの、すなわち録音入力不足、鼾以外の音が混入しているもの、録音器およびテープが明らかに劣悪であるための諸雑音の混入したものなどを聴覚的およびオシログラフの影像からすべて除外した結果、最終的に適格なものは53人分となった。その内訳を表1に示す。

ここに、同一人の鼾でも聴覚的に明らかに差

第1表

年齢	第1表	
	男	女
11～20	1	4
21～30	7	9
31～40	10	4
41～50	4	5
51～60	7	2
計	29名	24名

異のあるものは別種音として扱ったため、この53人から65種の鼾録音が得られた。

これらをテープレコーダー Sony TC-365 および Sony 777FB により録音テープ Scotch 150に編集した。

なお、1種の鼾録音の中にも何個かの同種の鼾音が反復録音されている。分析に当っては、各種分析間に一貫性を持たせるため、このうち特定の1個のみを選んだ。

本研究においては、鼾の強さ以外の分析にはこの65例の録音を用いた。しかし強さの計測は、録音されたものについて行うのは不可能で

あるから、7例の入院患者について、実際の鼾を測定した。

2. 研究装置

- (1) テープレコーダー Sony TC-365 及び Sony 777FB

テープの編集および分析に使用した。

- (2) テープレコーダー TEAC R-720

主に予備実験として鼾録音時のマイクロフォンの位置による影響の検討に、2個のマイクロフォンで同時録音しまた再生して差異を見るのに使用した。

- (3) San-Ei 製 Amplifier Unit 及び Electro oscillograph

ブラウン管部の影像により持参録音鼾テープの適、不適を選別した。すなわち鼾以外の音が混入しているもの hum などが入っているものなどを除外するために使用した。

- (4) Rion 製 Sound Spectrograph SG-07

本研究の主体器械で基本周波数、特徴周波数帯域、起始部終止部の状態、持続時間と休止時間に関する分析に用いた。

- (5) San-Ei 製 Visigraph FR-102

基本周波数周分析において Sound Spectr-

ograph では不可能な場合および基本周波の規則性の分析に用いた。

この際G形 Galvanometer として形式 G-300A を使用した。平坦な周波数範囲は DC～200Hz である。

- (6) Rion 製精密騒音計 NA-51

鼾の強さを計測した。

3. 分析方法

編集せるテープを Rion 製 Sound Spectrograph SG-07 および San-Ei 製 Visigraph により分析した。

Sound spectrograph への録音時のレベルは VU計 0dB 分析時のレベルは VU計 -7～-10dB として pattern は wideband filterで、section は narrowband filter を用いて描記した。録音時間は主に2.4秒を使用し、0.8秒7.2秒を補足的に使用した。

Visigraph は基本周波数の研究において Sound-spectrograph では計測不正確になるものについて50cm/秒にて描記算出し、基本周波の規則性においては 100cm/秒描記にて分析した。

第3章 研 究 成 績

第1節 基本周波数

1. 対象

録音した鼾65例

2. 方法

Sound spectrogram の wideband pattern 2.4秒描記において原則として1秒間すなわち spectrogram 上 12.5cm, ただし鼾が1秒以内であるものについては 0.5秒間の縦縞の数によって基本周波数を概算した。また、基本周波数が高いためこの方法では解析度の低いものについては0.8秒描記を用い、さらに周波数の高いものは visigram を用いて同様の概算を行った。

3. 成績

鼾は基本周波数に関して表2の如く分類し得

第2表

Soundspectrogram Wideband Pattern により	
I	1個の鼾全体に於て基本周波が可成り規則正しく又基本周波数がほぼ一定のもの 52
II	1個の鼾の前半と後半に於て基本周波数が明らかに変化し夫々の基本周波数は可成り規則的なもの 7
III	1個の鼾のうちに基本周波が可成り不規則な部分を含むもの 4
IV	Soundspectrogram では基本周波の認め難いもの 2

る。

I型は1個の鼾全体において基本周波が可成り規則正しく又基本周波数がほぼ一定のものである。すなわち同一の振動体が、ほぼ一定流速の呼気あるいは吸気によって振動しているもの

第3表

と考えられる。この型の例数は圧倒的に多く、52例に達する。基本周波数の例数分布は表3の如くであって、最高 176Hz, 最低 24Hz であり、主に 40~130Hz 間に分布している。男女差はほとんど見られない。

Ⅱ型とは、1つの鼾の前半と後半とにおいて基本周波数が明らかに変化し、しかもそれぞれの基本周波数は可成り規則的なものである。もし振動体が同一ならば、その性状が、このような短時間に変わるとは考えにくいので、呼気あるいは吸気の流速が途中で変化するものと考えられる。また、振動体が同一でなく呼吸気流速の変化に伴ってその種類が変化する可能性もある。なおこのような変化は理論的には必ずしも

第4表

Ⅱに属するもの	
前半	後半
32	240
80	36
80	132
86	46
120	320
165	185
240	175

2段階でなく、3段階以上に亘ることも考えられるが、実際上はそのようなものは認められなかった。表4はⅡ型の鼾における前半と後半との基本周波数を示している。

Ⅲ型とは1つの鼾のうちに基本周波数がかなり不規則な部分を含むもの、Ⅳ型は Sound spectrogram では基本周波数は認め難く、visigram でも peak to peak の距離はかなり不規則であるが 500Hz 前後と概算し得るものである。

図1, 2はⅠ型、図3, 4はⅡ型、図5はⅢ

第1図

第2図

第3図

第4図

第5図

第6図

第7図 図6のビジグラム

型, 図6はIV型のそれぞれの Sound spectrogram であり, 図7はIV型の visigram である.

4. 考按

基本周波数は聴覚的な音の高さを規定する。したがってI型に属するものは低音から中音に, IV型に属するものは高音に聞取られる。

高橋¹⁾は鼾の分類として振動型, 狭窄型, 混合型および不規則型に分けているが, 本分類と対応させると, I型が振動型, III型が不規則型, IV型が狭窄型に該当するものと考えられる。なおII型は, 振動型に属するものもあり, また, 混合型に属するものもあることになる。

上気道内に起る振動のうち, 最も良く解明されている, 声帯振動の場合その基本周波は準規則的であり, 日本人正常成人男子の会話時平均周波数は約100余 Hz, 女子は男子の約2倍で200余 Hz である。本研究における鼾65例のうち基本周波数がほぼ一定の52例中, 振動数130 Hz 以下のものは92%であり, そのうちでも振動数50Hz 以下のものが10例ある。声帯振動と対比して考えれば, 50Hz 以下のような低周波の振動は声帯よりも長く厚い振動体から発生するものであり, 上気道内においては軟口蓋, 中でも後口蓋弓および口蓋垂の振動であろうと想像される。これに反して, 基本周波数が400~500Hz に及ぶ鼾は軟口蓋振動ではなく, 舌根狭窄部等に起因するものと考えられ又鼾の部分的に不規則な基本周波の認められるのは振動体に他の成分例えば口腔内の分泌物などの影響を受けたものではないかと推定される。

そこで, 上述の仮定が妥当であるか否かを検討する一つの方法として次のようなモデル実験を行った。

正常男子15名に呼吸吸気のそれぞれで軟口蓋振動を起させ鼾模作を行わした。また一部の者には軟口蓋振動の最大限振動を要求した。これをテープに録音後, Sound spectrogram に描記して, 基本周波数を概算した所, 表5の如く30~120Hz であり, 主に30~100Hz の範囲に分布し軟口蓋の振動基本周波数の上限に近い

第5表 軟口蓋振動の基本周波数

振動値は約 120～130Hz であることを知った。また、吸気振動より呼気振動の方により高い基本周波数が見られるように思われる。

このモデル実験は覚醒時、座位における軟口蓋振動である。実際の鼾は睡眠時、主として臥位におけるものであるから、同一視することは出来ないが、両者間に大差はないものと考えられる。したがって軟口蓋振動による鼾の基本周波数は 150Hz 附近が上限であり換言すれば、これ以上の基本周波数を有するものは軟口蓋以外を音源とするものと考えられる。このようなものは、上述Ⅱ型に 4 例、Ⅳ型に 2 例みとめられた。これらは聴覚的にも狭窄音としてきかれる。

第2節 基本周波の規則性

1. 対象

第1節に述べた基本周波数による分類においてⅠ型に属する52例の鼾のうち、連続した50個

の pitch period を計測し得た33例を対象とした。Ⅰ型のうち残り19例は50個の計測が不可能であった。同様にして、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ型のものは、極めて不規則で positive peak を確認出来ないか、あるいは連続した50個の pitch period を計測出来ないかの何れかであったので、本節の研究対象から除外した。

鼾と対比するため、正常人男女各5名の母音／ウ／、および前節で述べた軟口蓋振動モデル

第8図

についても検討した。このうち後者については、鼾における同様の理由により、基本周波数の測定が可能であった26例中13例のみについて基本周波の規則性を測定し得た。

2. 方法

上述の対象者も1秒100cmで visigram に描記し相隣な positive peak 間の水平距離すなわち pitch period 50個をノギスにより可及的精密に計測し(図8)、この値の平均値を求めた。次いで相隣る2つの pitch period の差49個を平均し、これを上記の値で除したものを perturbation quotient とした。

3. 成績

鼾33例の perturbation quotient は表6に示す如く最小が 1.6×10^{-3} 、最大が 373.2×10^{-3} であり、この間に2つの分布を示している。すなわち 1.6×10^{-3} から 124.5×10^{-3} に27例(約82%) 236.0×10^{-3} から 373.2×10^{-3} に4例(約12%) が分布し、その中間に近く 150.0×10^{-3} 、 154.0×10^{-3} の2例がある。

第6表 鼾、声帯、軟口蓋振動の規則性

被検者		Perturbation quotient	症例	Perturbation quotient
母音 /ウ/	ㇰ	1.48×10^{-3}	1	1.59×10^{-3}
	ㇱ	14.92	2	9.80
	ㇴ	15.64	3	13.07
	ㇵ	16.55	4	16.13
	ㇶ	21.90	5	16.36
	ㇷ	5.42	6	16.95
	ㇸ	5.56	7	17.38
	ㇹ	12.50	8	17.80
	ㇺ	12.54	9	26.10
	ㇻ	20.69	10	28.57
軟口蓋振動	吸気	13.64	11	33.29
	ㇼ	18.40	12	34.16
	ㇽ	29.79	13	37.17
	ㇾ	33.30	14	39.76
	ㇿ	36.76	15	40.34
	㈀	90.17	16	42.58
	呼気	10.61	17	57.77
	㈁	20.10	18	59.51
	㈂	26.13	19	66.28
	㈃	26.92	20	67.84
	㈄	60.20	21	68.68
	㈅	71.34	22	80.67
	㈆	98.45	23	86.06
			24	91.85
			25	97.34
			26	114.43
			27	124.44
			28	149.97
			29	154.06
			30	236.08
			31	236.35
			32	279.14
			33	373.16

これに対し母音／ウ／10例のうち最小は 1.5×10^{-3} 最大は 21.9×10^{-3} であり、又軟口蓋振動モデルでは最小 10.6×10^{-3} 、最大 98.5×10^{-3} であった。

4. 考按

鼾には主として軟口蓋振動によるものと舌根部と咽頭後壁の狭窄によるものがあり、それらに分泌物による修飾が加味されることもあると想像される。軟口蓋は声帯に比して形態は複雑

であり、質量が大きく、また振動時には弛緩しているから、声帯振動のような規則的な振動は起り得ない反面、分泌物の振動などに比しては規則的であろうと予想して本節における計測を行なったものである。

まず、声帯振動が準規則的であることはいうまでもない。軟口蓋振動モデルは最小が 10.6×10^{-3} でこれを含めて4例が声帯振動の範囲内に入っている。すなわち軟口蓋もまたかなり規則的な振動を起し得ることを示している。

一方、最大の 98.5×10^{-3} については、これをもって睡眠時の状態を類推出来るか否か断言出来ない。すなわち、このモデル実験は覚醒時座位におけるものであって、睡眠時軟口蓋が著しく弛緩しており、また臥位である状態とは明らかに異なるからである。しかし、いま仮に軟口蓋振動における perturbation quotient の上限は大体 100×10^{-3} 程度のものと仮定しておく。

鼾33例の perturbation quotient は最小が 1.6×10^{-3} であって、声帯振動の範囲に入っているものが計8例あり、また大部分は軟口蓋振動モデルの範囲内にある。しかしこれを遙に逸脱する大きな値を示すものもあることがわかる。33例はすべて前節における分類のI型に属するものであり、基本周波数からはほぼすべてが、いわゆる振動型すなわち軟口蓋振動に属するものであらうと考えたわけであるが、基本周波の規則性という点からみると、軟口蓋振動以外のものが混入している可能性も否定出来ない。

第3節 鼾の起始部並びに終止部の状態

1. 対象

録音した鼾65例

2. 方法

2.4秒描記による Sound spectrogram の Amplitude display の形について解析し鼾の起始部および終止部の状態を検討した。

Amplitude display は平均レベルの時間的变化を記録するものである。鼾は音声の場合における意識的声帯振動と異なり、睡眠時に起る

2.4"描記

I 型

II 型

III 型

IV 型

第9図 鼾の Amplitude display による分類

ものであり、呼吸に伴って或る部位、たとえば軟口蓋などが *passive* に振動するものであるため、Amplitude display は非常に不定な振幅を持った波形を示す。

したがって起鼾部、定常部、終鼾部と画然と分けることは非常に困難であるが、各振幅の中間点すなわち中間振幅点を結んで定常部振幅をまず規定し起始点より定常部まで、および定常部より終止点までが2.4秒描記における3 cm すなわち約0.25秒以内であるか、それ以上であるかによって分類した。ここに $3\text{ cm} = 0.25\text{ 秒}$ を限界としたのは、聴覚的印象を加味し便宜的に定めたものである。

すなわち、約0.25秒以上を要した起鼾部または終鼾部は聴覚的にも上昇または下降を聞分けることが出来るのに反し、これ以内のものは起鼾部または終鼾部の上昇または下降を聴覚的に聞分けることが困難だからである。

3. 成績

上述の分析方法により、65例の鼾を次の四型に分け得た(図9)

第10図

第11図

第12図

第13図

第14図

第15図

第16図

第17図

第7表

型	例数	%
I	41	63
II	4	6
III	15	23
IV	5	8

I 型：起始部終止部共に急上昇および急下降するもの。（図10，11）

II 型：起始部終止部共に緩慢に上昇および下降するもの。（図12，13）

III 型：起始部は緩慢であり，終止部は急下降するもの。（図14，15）

IV 型：起始部は急上昇し，終止部は緩慢に下降するもの。（図16，17）

I 型からIV型までの例数は表7の如くである。

4. 考按

起齦部および終齦部が垂直に上昇し下降する純I型は41例中24例約6割弱であり，他のI型は起齦部および終齦部が共に3cm=0.25秒以内ではあるが純I型ほどは急速でないもので17例約4割である。

Amplitude display と wideband pattern との関係は，純I型においては pattern の突発的出現および消失を認める。これに対し，当然のことながらII～IV型においては起始部，終止部において pattern の濃淡推移を見る。

齦は比較的急に始って，急に終るものが多い中でも急に終るものが圧倒的に多く，I型とIII型を加えると86%に達する。これは声帯と異なり厚い軟口蓋などが振動するためには呼吸の圧力が一定値に達した時，急に振動が起り，圧が下ると急に停止するものと考えられる。

第4節 特徴周波数帯域

1. 対象

録音した齦65例

2. 方法

第2章の分析方法の頂で述べた条件により各

鼾の Sound spectrogram を wideband filter によって描記した。

3. 成績

これを見ると鼾持続時間全体に亘って殆んど水平な横縞が1本ないし数本見られるものが多い。即ち横縞に移行ずれ又は断裂はなく横縞の上下幅が一定であるものが65例中60例(約92%)でこれを規則型とした。(図18)

第18図

これらの横縞は母音における Formant に対応する特徴周波数帯域である。

Sound spectrogram による母音の Formant の測定については、各研究者にて計測規準が多様であるため、どのような計測方法を妥当なるものとして採用すべきか決め難いものではあるが³⁰⁾、著者は鼾の Sound spectrogram における特徴周波数帯域としては、pattern の上から一応の目安を付け、それに対応する section の pattern が 10mm=10dB 以上のものを採択することとした。これらに下から順次 S_1 , S_2 , S_3 , … と名付けた。ここに S とは Schnarchen, snoring の頭文字である。

また S_1 , S_2 , S_3 各々についての周波数についての計測は次の如くにした。

すなわち S_1 , S_2 , S_3 の各々の特徴周波数の周波数幅の上下幅の中間点を目安として、それを参考に section の peak と合致する周波数を基線より 1mm=80Hz にて換算した。

規則型においては1回の鼾の間にこれら特徴

周波数帯域は一定の値を示している、すなわち共鳴腔は、ほぼ一定の形を維持し、また音源の位置やその基本周波数もほぼ一定であることを示している。

これに対し鼾の途中に図19の如き S_1 , S_2 , S_3 に平行移行ずれのあるもの、図20の如く、とくに S_1 , S_2 において S の移行ずれおよび断裂を見るもの、図21の如く S_1 , S_2 で横縞の幅が極めて不定のもの、図22の如くに S_2 の横縞の移行しているもの、図23の如く S の途中で消失しているもの、以上5例(約8%)があり、これを不規則型とした。これらのうち図19は鼾の途中で基本周波数に変動があったことを示し、また図20~23は1つの鼾の間に共鳴腔の型が変化したことを示している。図20はその最も著しい例であり、恐らく舌および下顎の動きが原因であろうと考えられる。

規則型について、男女別に細別したものが表8である。表に見る如く男 S_1 の周波数分布範

第19図

第20図

図21図

第22図

第23図

用は 160Hz~600Hz で 240Hz 7例を最多例として主に 160Hz~360Hz に分布している。女の S_1 の周波数分布範囲は 160Hz~680Hz で 240Hz 8例を最多例として分布している。

男 S_2 の周波数分布範囲は 560Hz~1360Hz で 640Hz~1160Hz 各 4例, 800Hz, 960Hz 各々 3例他は表の如く各々 1~2例である。女 S_2 の周波数分布範囲は 560Hz~1440Hz で 800Hz 4例 880Hz 3例他は各々 1~2例である。

男 S_3 の周波数分布範囲は 1200Hz~2640Hz で 2400Hz 8例 2000Hz 3例 2320Hz 2例他は各々 1例である。

女 S_3 の周波数分布範囲は 1120Hz~2640Hz で 2400Hz 3例 2640Hz 2例他は表の如く 0~1例である。

以上のことより男女別なく考えると S_1 240Hz, S_2 800Hz, S_3 2400Hz が各々他の周波数に比べ例数が多いことがとくに注目される。

次に、鼾の特徴周波数分布と日本語母音 Formant³¹⁾ とを対比し男女別に表示したものが図24, 図25である。すなわち、鼾の S_1 は男 160~600Hz に、女 160~680Hz に存在するが、この範囲に該当する日本語母音 F_1 は男女共一応/エ//イ//オ//ウ/に見られるが/ア/の分布範囲には一例も見られない。

また、 S_2 は鼾で男 560~1360Hz, 女 560~1440Hz に存在するが、日本語母音 F_2 のこの範囲に該当するものは、一応/ア//オ//ウ/に見られるが/エ//イ//の分布範囲には一例も見当らない。

S_1S_2 を総合すると、本研究の対象となった鼾には/ウ//オ/に該当するもの及びそれに近いものは存在するが/ア//エ//イ/に該当するものは一例も見当らないということになる。

なお、鼾の特徴周波数について S_1S_2 の二元的分析を行なった。すなわち、鼾の S_1S_2 diagram を梅田³¹⁾による日本語母音 F_1F_2 diagram とを対比させ男女別に表示したものが図26, 図27である。この対比により鼾には男女共/ウ//オ/及びその中間点に近い S_1S_2 分布を示すもの(SVと命名する)(図28, 29, 30)と全く/ウ//オ/と無関係の S_1S_2 分布を示すもの(SNVと命名する)とがあることがわかる。

SV領域は男 S_1 200~600Hz, S_2 960~1360Hz の範囲, 女 S_1 240~680Hz, S_2 1200~1440Hz である。SNV領域は男 S_1 160~440Hz, S_2 560~880Hz, 女 S_1 160~440Hz, S_2 560~1040Hz である。

第8表

鼾のS ₁ 周波数を基本とした S ₁ 、S ₂ 、S ₃ 分類					
男			女		
S ₁	S ₂	S ₃	S ₁	S ₂	S ₃
160	560 560 720 880	1360 2400 2400 2480	160	560	/
200	640 640 760 880 1160	2000 2000	200	600 640 880	1120 2640
240	640 640 680 800 1080 1120	2320 2400 1520 2400	240	720 720 800 800 800 960 1280	1200 1160 1360 2400 2400
280	680 840 960 1160 1160	2400 2000 2240 2400	280	880 880	2400
320	800 800 1040 1120 1200	1200 2400 2400 2320	320	960	/
360	960 960 1040	2400 2160			
400	1160	/	400	800 1200 1280	2640
440	840 840	1600	440	1040	1440
480	1000	/			
560	1280 1360	1840	560	1440	/
600	1200	2640			
			680	1440	2200

鼾の特徴周波数分布と日本語母音 Formant 分布との対比
第24図

第25図

軒の特徴周波数 S_1-S_2 と
日本語母音の F_1-F_2 図 (男)

軒の特徴周波数 S_1-S_2 と
日本語母音の F_1-F_2 図 (女)

以上の分析結果より、軒特有領域であるSNV
の S_1 は男女共 160~440Hz であり、 S_2 は男

女共周波数の低い方は 560Hz であるが、周波
数の高い所でやや女の方に周波数の高さが見ら

第28図

第29図

第30図

れることがわかる。

また、SV：SNV の例数は男17：18、女5：15である。65例中他の10例は S₁S₂ diagram を描記し難いものである。すなわち規則型の内5例は S₁ のみで S₂ を計測し得ないもの、他の5例は不規則型に属するものである。

つぎに、SVすなわち特徴周波数帯域が日本語母音に近似しているものが果して聴覚的にその母音として聞えるかどうか、また、SNV すなわち特徴周波数帯域が日本語母音のいずれとも近似していないものはどのように聞えるかを知らために聴取試験を行った。

SVのうち／ウ／領域音4例／オ／領域音3例、／ウーオ／領域音3例計10例を各例4回づつ同一条件で録音編集し、これを耳鼻科医20名

に提示して、日本語5母音のどれに聞えるかを判定させた。この際2つの母音のいずれとも聞える場合は両者を記載させた。判定率の計算に当っては、1音のみの記載に対しては1点、2音の記載がある場合は各々に1/2点を与えた。その結果を表9に示す。

一方、SNV については、同じく10例について各々4回づつ耳鼻科医14名に提示し聴覚印象をそのまま表現させた。表現は多種多様であったが、大体表10の如くまとめられる。

4. 考按

齶には Sound spectrogram の pattern に見られる特徴周波数帯域 S の上から「規則型」と「不規則型」に二大別し得る。

規則型は齶持続時間全体にわたって S の周波数変化の少いものであり、1回の齶の間に共鳴

第9表

症 例	ソナグラム S ₁ S ₂ による判定	聴覚的判定%
1	ウ	ウ88
2	ウ	ウ75 オ25
3	ウ	ウ73 ア20
4	ウ	ア53 ウ15 エ15
5	オ	オ68 ウ20
6	オ	ウ55 オ20 ア18
7	オ	ア80
8	ウーオ	ウ95
9	ウーオ	ウ73 オ23
10	ウーオ	ア63 ウ10 オ5

第10表

1) ゲー 3	6) クー 2
ゴー 5	ゲー 5
クァー 5	ウー 6
クー 1	判定不能 1
2) ゲー 6.5	7) ガァー 7
ゴー 2.5	ゲー 3
ウー 4	ゴー 2
グルー 1	ウー 1
3) ゲー 6	無判定 1
ゴー 2	8) ゴー 5
グルー 3	ゲー 3
ブルー 2	ウォー 5
ウー 1	オー 1
4) ゲー 10	9) オー 1
ゴー 1	ガー 3
ムー 2	ザー 2
ブー 1	クー 1
5) ゴー 2	ゲー 2
クー 3	ウー 1
ゲー 6	ゴー 4
ガァー 1	10) ガー 2
ウー 2	ゲー 10
	ファァー 1
	ウォー 1

腔はほぼ一定の形を維持し、また音源の位置やその基本周波数もほぼ一定したものであらうと考えられる。これに対し、不規則型は時間的経過に従ってSの周波数変化が著しいものであって、鼾持続時間の間に共鳴腔の形が変化するか、振動体が移動変化するかあるいは振動体や共鳴腔が同じでも基本周波数が変動するものであらう。

聴覚的にも規則型は一定の安定した音として聞かれるに反し不規則型は複雑であり鼾の途中での音質変化を認知し得る。鼾の持続時間は特別の場合を除いて約1.4秒であるから、このような短時間に口の開きや舌の形の著しい変化はない筈であって事実規則型と不規則型の比は92%：8%である。

さて、鼾が睡眠中の現象であるため、この際の共鳴腔の形態を観察するのは極めて困難なことである。もっとも、開口の有無およびその

程度などは、外部から観察可能であるが、本研究においては、その資料も欠除している。そこで、音響のみから共鳴腔の形態を類推しようと試みたわけである。

Sound spectrogram に現われる特徴周波数帯域は、共鳴腔の形態や各部の容積および開口度などに対応しているのは周知のことである。母音の場合にはこれがフォルマントと呼称されている。鼾の場合にも同様な特徴周波数帯域を認めることは既述した。そして、これをフォルマントと呼ぶのはフォルマントの原義からみて不合理であるから、その略語下に対応するものとして Schnarchen, snoring のSを用いることとした。

つぎに、このような特徴周波数帯域から、ただちに共鳴腔の形態を算出することは原理的には不可能ではないにしても、これは電算機を含む膨大なシステムを必要とし、われわれの利用できるものではない。そこで便宜上鼾を、特徴周波数により音響学的に、また聴取試験によって聴覚的に日本語母音と対比し、これによって共鳴腔の大体の形を類推してみた。

その結果、音響学的には、 S_1S_2 diagram が母音の F_1F_2 diagram における／ウ／／オ／およびその中間に位置するもの（SV）と全く母音と関係のないもの（SNV）とに大別できた。なお、SNVの範囲は diagram 上、左下部にあり、すなわち S_1S_2 共に低周波であることを示している。なお S_1S_2 diagram で／イ／／エ／／ア／の領域にあるものは皆無であった。

このことより鼾の場合の共鳴腔の形態は／ウ／または／オ／に近い舌の形および口の開きのものと、これらとはやや異ったものがあると考えられるが、いずれの場合にも／ア／ほどの大きな口の開きはなく、また舌が／エ／／イ／のような、いわゆる前舌母音形態を取ることも少いと推察される。換言すれば、鼾は口を僅かに開き、舌根が咽頭後壁に近接している場合が多いわけである。

S Vに属するものは S_1S_2 上/ウ/領域にある 4 例中 3 例が高率に/ウ/と聴取されているし、/オ/領域鼾 3 例中 1 例は/オ/に、1 例は/ウ/に、1 例は/ア/にと 3 例 3 種に聞かれている。/ウ～オ/領域鼾 3 例中 2 例は/ウ/に高率に、1 例は/ア/に聞かれている。表 9 に見る如く症例 7 では/オ/を全く別の/ア/に高率に聞取られている以外は一応/ウ//オ//ウ～オ/領域鼾はそれぞれに該当する音として聞分けられていることより、おのおの/ウ/は/ウ/、/オ/は/オ/、/ウ～オ/は/ウ/と/オ/の中間的な口腔形態をなして鼾として発音されているのではないかと推察される。

なお、2 つの母音に聞取られたものは各 1/2 点として算出したが、この中には 2 つの母音の何れとも判定し難いもののほか、起鼾部および定常部が/ウ/と判定され、それから後は/オ/または/ア/と判定されたもの、すなわち共鳴腔の形が変化したことを示すものもあった。

SNV に属するものでは/ゲー/と聴取されたものが 10 例全例に見当たり、そのうち、半数の 5 例は/ゲー/の表現がほぼ 50%～70% を示す。他の聴取表現で主だったものは/ゴー//ウー/または/ウォー/、/ガター//クァー/であるが、このうち/ゴー/が最も布広く分布し、他は特定の例（1, 6, 7, 8）で/クァー//ウー//ガター//ウォー/と聴取されることが多いが、それぞれ 1～2 例の割で聴取される傾向が認められる。

以上のいずれもが母音的表現をもってすれば/ウ//オ//ア/に属し/エ//イ/の表現は全く見られない。

SNV は S_1S_2 diagram 上日本語 5 母音のいずれにも対応しないものであるにもかかわらず、これが聴覚的に/ウ//オ//ア/に対応したのはかならずしも理解するに困難ではない。すなわち、われわれの母音認識はかならずしも F_1F_2 の絶対的位置のみに対応するものではなく、また Sound spectrogram 上における特

徴周波数帯域の規定自体にも問題が残っているからである。

いずれにしても、鼾発生時の共鳴腔の形態は、開口度は少く、舌根が咽頭後壁に近接したものが圧倒的に多いこと、および 1 回の鼾の間にはこの共鳴腔の形態はほぼ一定しているものが殆んどであるが、途中で変化するものも存在することが判った。

第 5 節 鼾の持続時間と休止時間

1. 対象

録音した鼾 65 例

2. 方法

Sound spectrogram の 2.4 秒および 7.2 秒描記により鼾の持続時間、休止時間を計測した。持続時間は基本周波数分析および特徴周波数帯域分析に使った鼾音について休止時間は持続時間を分析した鼾の前または後の時間である。

(図 31, 32)

3. 成績

鼾の持続時間は 1.4 秒 9 例が最多で、平均 1.42 秒であり、標準偏差は 0.40 秒である。(図 33)

鼾の休止時間は 2.2 秒 7 例が最多で平均 2.37 秒であり、標準偏差は 0.76 秒である。(図 34)

鼾の持続時間と休止時間との比は平均 1.4 秒 : 2.3 秒で休止時間の方が 65 例中 59 例において長い持続時間の方が長いものが 6 例認められた。

4. 考按

睡眠時の呼吸は覚醒時に比べ遅く深く胸式呼吸を取ることは既知の事実である。睡眠中の呼吸は吸息期、呼息期、休止期の反復であり、睡眠時のポリグラフにより古閑³²⁾は呼吸数を平均 12～18 (5''～3.4'') なることを確認し Shepeard³²⁾は睡眠時の呼息 : 吸息 = 1.4'' : 1.0'' と述べている。

鼾は睡眠呼吸に伴い呼息時、吸息時のそれぞれに際してまた両息時にまたがって起る。聴取上呼息時または吸息時の全時間にわたっているように聞かれるが実際上は多少のズレがあるようである。鼾の持続時間および休止時間に関し

第31図

第32図

第33図 鼾の持続時間

第34図 鼾の休止時間

は Sound spectrogram 上は無パターンであり、聴覚上は無音である。それは鼾だけが休止している時間と呼吸の休息期が加わったものである。持続時鋭と休止時間すなわちほぼ一呼吸と考えられるものは平均3.79秒であり、これは呼息期、吸息期、休止期の総和と考えられ、平均的に休息期は1.39秒と考えられる。

鼾の持続時間においては65例中9例1.4秒が最も多く、8割強が1.0秒～2.0秒に含まれ平均1.42秒を示す。休止時間においては65例中7例2.2秒が最も多く平均2.37秒を示す。

睡眠時呼吸が覚醒期よりやや深くなるとしても呼息：吸息が1.4秒：1.0秒であるから片息性の鼾ではほとんど持続時間は呼息か吸息の全時間を費やしているようである。休止時間平均2.37秒は呼息か吸息時間だけでは考えられないので時間的に呼吸の呼息と休息時間とが加わったものが多いのではないかと推察される。また鼾の持続時間と休止時間との比では1.4秒：2.3秒で休止時間が長くまた個々の例についてこの両者を比較すると約9割59例が持続時間の方が休止時間より短いが、約1割6例において持続時間の方が長いものが認められる。つぎに持続時間の方が長い6例について検討すると持続時間は平均持続時間の1.42秒より全般に長く、休止時間の方は平均休止時間2.37秒より全般に可成り短く、むしろ持続時間の範囲に属す。6例中の個々については持続時間2.5秒2.7秒各1例で各々それを代償するように休止時間は1.25秒、1.3秒と平均休止時間が2.37秒より非常に短く一見持続時間と休止時間が平均的時間からみると逆関係にあるように思われる。これが呼息、吸息の差によるものかどうかについてはわからない。

鼾には稀に極端に長いもの、鼾の休止期が一時呼吸の停止を思わせる程長きにわたり、つぎに爆発的な鼾があるもの、または呼息、吸息にまたがって鼾のある、いわゆる往復型などのあることが知られている。しかしこれらの鼾はどちらかといえば特異的なものである。本研究の

ては Sound spectrogram の pattern および amplitude により明確に知り得る。休止時間

対象例は総てが片息性鼾であり、これが平均的な鼾であると考えられる。

第6節 鼾の強さ

1. 対象

計7例の実際の鼾について測定した。

2. 方法

鼾の手術の目的で入院したものについては患者を個室に隔離し、他の疾患（眼科）で入院した鼾のあるものについては、とくに深夜に鼾の最盛期と思える時期に、コンデンサ、マイクを患者の口前約50cm直角に置いて SPL (Sound Pressure Lebel) を測定した。

測定値の上限は測定針の振巾が最大を示した値で鼾の値としては、その中間値を取るのが妥当と思われる。

3. 成績

表11の如き結果を得た。

4. 考按

寝息の強さは口前約50cmにおいて30dB～40dBであるに比し、鼾は7例についての測定結果では60～80dBの範囲にあり、爆発的高音鼾でも90dBを越えることはなかった。

Colgate 大学研究室²⁷⁾による鼾騒音測定値は

第11表 測定成績

症 例	SPL (dB)	備 考
33才 ♂	60～70	70dB 以上になる事はなかった 吸気性、振動音
45才 ♂	70～75	吸気性、振動音
29才 ♂	70～80	呼気性、突発音 一部振動音
38才 ♂	74～76	80dB になる事はなかった 吸気性、振動音
51才 ♂	74～80	85dB 以上になる事はなかった 吸気性、振動音
48才 ♂	60～70	吸気性、振動音
26才 ♂	60～65	吸気性、軽く振動

40dB のものと 69dB のものの二別値を示している。しかし、これには測定法が示されていないが対称物として時計音を 10～30dB、普通会話音が 40～60dB としての値を示している。

鼾はその騒音性が疾患としての意義があるため、騒音度が疾患としての一つと基準にもなり得る。周囲環境の静寂度との対比により、それは判断されるものである。

第4章 総括および考按

鼾のような生体内で発生する音響についてはその生理学的研究と音響学的研究との両者を綜合する事が医学的に必要なのは言うまでもない。しかるに本研究において音響学的分析のみを行なった理由は、緒言に述べたように、鼾が睡眠中の現象であるためその生理学的研究が現状においては不可能に近いためである。

生理学的研究と独立した音響学的研究が充分な意義を有することについては、これまた緒言において、発声や構音の研究と対比して述べた通りである。しかしながら本研究については1、2の問題点があるので、ここにこれらの問題点が本研究全体の成績に及ぼす制約について検討しておく必要がある。

第1の問題点は、生理学的事項に関するものである。ただし、鼾発生時の総合的な生理学的要素の観察は不可能かあるいは極めて困難であるにしても、少くとも体位、開口の有無およびその度合、あるいは吸気、呼気の別などは観察が不可能ではないからである。しかし本研究においては直接患者を観察していないため録音時のこの種のデータが欠如している。これは録音を患者の家族などに行なわせたための止むを得ない結果であるが、今後この種の研究を行なう際には、これらのデータも可能な限り収集するように努めた方がよいと考える。

第2の問題点は録音の精度である。すなわち録音に用いたテープレコーダーは、すべて家庭

用のものであるため、極めて精密な音響学的研究用の録音器としては不適格である。またテープレコーダーおよび録音テープの種類が多種多様で、その録音条件も一定していないので厳密な比較検討を妨げる。いま本研究でとりあげた音響学的諸要素各個について言えば、持続時間、起始部終止部の状態、基本周波数については問題はないが、特徴周波数帯域は上述の録音操作の不定性によりやや影響を受ける可能性がある。そして、基本周波の規則性は分析方法が精密であるために、最も影響を受けやすい要素である。したがって、基本周波の規則性に関する成績は、大体の傾向を把握したのみであると解釈するのが妥当であろう。

ただし、録音器や録音テープが多様であり、その特性に限界があるのは止むを得ないとしても、録音条件の不定性が果してどの程度研究成績に影響を与えるものかを見るため、次のような実験を行なってみた。

すなわち、同種の Microphone (AIWA D-M-43) 2 個を用い 1 個は被験者の枕上で頭頂から約 30cm、他の 1 個は口前約 30cm に置き、被験者が 5 母音を発声し、これを 2 channel tape recorder (TEAC R-720) に同条件で同時録音した後、比較検討したのである。この結果、頭頂部マイクから録音されたもののレベルは口前部マイクからのものに比して 1~4db の低下がみられるが、Sound spectrogram 上の F_1 , F_2 , F_3 に関しては全く差がなく、したがって、このような録音条件の差は分析上問題となり得ないという結論に達した。(図 35, 36, 37, 38)

鼾の音源として最も可能性の強いものは軟口蓋である。しかしすべての鼾が軟口蓋振動によるものではないことも想像され、他の音源としては舌根部と咽頭後壁の間に生ずる狭窄が考えられる。このほかに頻度は極めて少いであろうが鼻翼、鼻甲介、喉頭蓋、声帯なども鼾に関与する可能性も否定出来ない。

繰返し述べたように、本研究は録音された鼾

音に関して音響学的分析を行なったものであって、その音源がどこにあるかについては言及できない。しかしながら、これらの音響学的特性から音源の推定を行うことは不可能なことではない。

従来鼾の治療として軟口蓋ことに口蓋垂や後口蓋弓に成形手術を行うことが多い。この種の

第35図 男子 5 母音口前部マイク

第36図 男子 5 母音頭頂部マイク

第37図 女子 5 母音口前部マイク

第38図 女子 5 母音頭頂部マイク

手術により鼾がかなりの高率で治癒することが報告されている。しかし上述したように鼾が必ずしも軟口蓋振動のみによるものではないことが予測される以上、そのようなものに対しては軟口蓋成形手術を行っても無意味であろう。したがって手術的療法を行う前に、患者の鼾が軟口蓋振動であるか否かを鑑別すること、すなわち、手術適否を決定することは、臨床的に極めて重要なことである。その意味でも、鼾の音響学的特性から音源の推定を行うことが必要である。

第3章第1節に述べたように、軟口蓋振動のモデル実験においては、その基本周波数は30~120Hzであり、主として30~100Hz間に分布していた。このような覚醒時座位における軟口蓋振動が鼾すなわち睡眠時臥位におけるものと同一でないのは当然であるが、しかし睡眠時には軟口蓋が覚醒時よりも弛緩しているから、基本周波数は覚醒時より低下する筈である。換言すれば軟口蓋振動による鼾の基本周波数はせいぜい150Hz附近が上限であると考えられる。

一方65例の鼾のうちで、基本周波数がほぼ一定であった52例中92%は、基本周波数が130Hz以下であり、そのうち50Hz以下のものが10例あった。したがって、これらの鼾の大部分は軟口蓋振動によるものと考えてよい。

これに反して基本周波数が400~500Hzに及ぶものは舌根部狭窄に起因するものと想像される。

次に基本周波の規則性をみると、第3章第2節に述べたように声帯振動の *perturbation quotient* は $1.5 \times 10^{-3} \sim 21.9 \times 10^{-3}$ であり、モデル実験による軟口蓋振動は 10.6×10^{-3} から 98.5×10^{-3} の間に分布しているのに対し、鼾33例では82%が 1.6×10^{-3} から 124.5×10^{-3} の間に分布していた。軟口蓋を気道内の典型的な振動体である声帯と比較すると、前者の形態は複雑であり質量が大きく、また振動時には、弛緩しているので、声帯振動のような規則的な振動は

起り得ないであろう。しかし、その反面分泌物などの振動に比しては規則的であろう。モデル実験の結果から、軟口蓋振動の不規則性上限を約 100×10^{-3} 程度と考えれば、33例の大部分がこの範囲に入る。したがって、この点からも研究対象となった鼾の大部分は軟口蓋振動によるものと類推される。

もっともこの中で声帯振動の *perturbation* の範囲内に入っているものが8例あるが、これをもって鼾の中に声帯振動によるものがあるとは言えない。何故ならばモデル実験による軟口蓋振動の *perturbation* が声帯振動の範囲内に入ったものも4例存在するし、また、既述の基本周波数の点からもこの8例が声帯振動でないことを立証出来るからである。すなわち、軟口蓋振動は予想以上に規則正しいこともあり得るわけである。

他方、*perturbation* の極めて大きいものが4例ある。これらに軟口蓋振動が関与していないとは断定出来ぬが、上述の理由によりこれ以外の要素たとえば分泌物などが関係していることも想像出来る。

研究対象となった鼾が軟口蓋振動であるか否かを類推するいま1つの要素として、第3章第3節には、鼾の起始部および終止部の状態を述べた。すなわち鼾には比較的急に始って急に終るものが多く、中でも急に終るものの合計は86%に達している。軟口蓋のような厚い質量の大きな部分は呼気圧あるいは吸気圧が、一定値に達した時急に振動が起り圧が低下すると急に停止するものであって、声帯のようにゆるやかに振動を開始し、またはゆるやかに振動を終ることはないと考えられる。本研究の結果もまた、大部分の鼾が軟口蓋振動によることを推定せしめるに足るものである。

表12は、研究対象とした鼾65例について、上述の3要素による音源推定の相互関係を示したものである。もっとも基本周波の規則性を検討したものは連続した50個の基本周波を検出し得た33例のみであるから、他の32例については基

第12表

基本周波数	基本周波の規則性	起始部・終止部の状態	例数33例
○	○	○	20
○	○	×	5
○	×	○	6
×	○	○	2
○	×	×	0
×	○	×	
×	×	○	
基本周波数	基本周波の規則性	起始部・終止部の状態	例数32例
○	欠除	○	19
○		×	3
×		○	9
×		×	1

○: 軟口蓋振動範囲のもの

×: 軟口蓋振動範囲外のもの

本周波数と起始部・終止部の状態の2要素のみについて対比している。

表に見る如く、第1グループの33例中、3要素が共に軟口蓋振動範囲内に入るものは20例であり、他の13例は何れかの1要素が軟口蓋振動範囲外であった。これらの鼾が果して軟口蓋振動によるものか否かは現段階では不明であると言わざるを得ない。しかし一方、3要素のうち1要素のみが軟口蓋振動範囲内にあるものは皆無であった。したがって、本論文において規定した各要素の軟口蓋振動範囲に多少の修正を加えるならば、上述の13例もまた軟口蓋振動であると判定出来ることになる。このような修正は、鼾の生理学的研究を音響学的研究と対比することによって初めて可能である。

第2グループの32例中、2要素共に軟口蓋振動範囲内にあるものが19例、軟口蓋振動範囲外のもものが1例であり、これらの音源推定には問題はなからう。残る12例は2要素の結果が矛盾している。これまた第1グループと同様に将来生理学的研究を行うことによって解明される問題である。

さて、このような音源の問題とは別に、鼾発生時の共鳴腔の形態もまたわれわれが関心を抱

くところである。一般に鼾は仰臥位の際に多く、また開口時に多いことが知られている。したがって予防法としては横臥し、また口を閉じることが推賞され、このための種々の器具が考案されている程である。したがって、研究対象とした鼾がどのような共鳴腔の状態において発生したかを類推してみた。

第3章第4節では鼾の特徴周波数帯域について記述した。spectrogramに見られる特徴周波数帯域を周波数の低いものから S_1S_2 と命名し、 S_1S_2 diagram を母音の F_1F_2 diagram と対比してみると、 S_1S_2 が母音／ウ／／オ／の領域にあるもの（SV）と、何れの母音にも対応せず S_1S_2 共に5母音の F_1F_2 より低周波部にあるもの（SNV）とが存在する。他方このような音響学的分類とは別に聴覚的には、65例のすべてが／ウ／／オ／あるいは／ア／の母音性を有しており／イ／／エ／として聞かれるものは皆無に近かった。したがって、鼾は一般に口を僅に開き、舌根が咽頭後壁に近接している場合に起ることが多いと思われる。

鼾をかく患者に仰臥位をとらせ母音／ウ／／オ／を構音させた場合、および鼾の真似をさせた場合の高圧X線が図39, 40, 41である。図に見られるように、鼾発生時の舌の形は／ウ／および／オ／のそれと近似しているのが判る。なお当然のことながら図41においては図39, 40の場合のように軟口蓋が挙上していないことが明瞭に見られる。

以上、本研究において分析した6種の音響学的要素のうち、基本周波数、基本周波の規則性、および起始部・終止部の状態の3要素を鼾の音源と対比し、また特徴周波数帯域を鼾発生時の共鳴腔形態と対比して考案を加えた。

他の2要素は、音源および共鳴腔の形態とは無関係でないにしても、一応独立した要素である。このうち持続時間は平均1.4秒、休止時間は平均2.4秒であり、また強さは口腔前50cmにおいて約70dB (spl) であった。

第39図 /ウ/と構音させたもの

第40図 /オ/と構音させたもの

第41図 鼾の真似をさせたもの

第 5 章 結 論

録音した鼾65例について Sound spectrogram および Visigram により, 基本周波数, 基本周波の規則性, 特徴周波数帯域, 起始部, 終止部の状態, 持続時間と休止時間につき分析検討を加えた. また連続した pitch period 50個の計測可能なもの33例について基本周波の規則性を検討した. さらに7例の実際の鼾について, 騒音計によりその強さを計測した.

その結果, 鼾を基本周波数により4型に, 特徴周波数の帯域の状態により規則型と不規則型に, 起始部, 終止部の状態から4型にそれぞれ分類した.

次に基本周波数, 基本周波の規則性, 起始部, 終止部の状態により鼾の振動源を考察した.

その結果, 軟口蓋振動により起ると考えられる鼾は, 基本周波数においては 130Hz 以下, 基本周波の規則性では perturbation quotient が大体 100×10^{-3} 以下, 起始部, 終止部では急激に始まり急激に終るものであると推定した.

ただし, これら3要素あるいは基本周波の規則性を計測出来ないものについては残る2要素の結果が一致しないものもあり, これについては, 生理学的研究と音響学的研究との対比が不可欠であると考えられた.

特徴周波数帯域では鼾の S_1S_2 diagram で, 母音 F_1F_2 diagram の /ア//エ//イ/ の領域のものは皆無であることから, 鼾発生時には共鳴腔は後舌母音形態を取っているものが多いと推定した.

なお, 鼾の持続時間は平均1.4秒, 休止時間は平均2.4秒であり, 強さは口腔前50cmにて約 70dB (spl) である.

稿を終るに臨み御校閲を賜った武田一雄教授に深謝致します. また終始御懇篤なる御指導をいただきました高橋宏明助教授に厚く謝意を表すると共に終始研究に御協力及び御助言下さいました枚方市民病院耳鼻科医長大阪医大非常勤講師山崎隆博士に感謝申し上げます.

本論文の要旨は第74回日本耳鼻咽喉科学会総会 第162回, 第166回日耳鼻大阪地方会において発表した.

参 考 文 献

- 1) 高橋宏明: 鼾の診断と治療, 医療, 23 : 11, 1969.
- 2) 大沢林之助: いびき, (snore, Schnarchen) 診断と治療, 53 : 6, 1965.
- 3) 池松武之亮: 「いびき」の研究 (第1報), 日本耳鼻会報12報, 1954. いびき博士 (随筆) 現代新書, 56.
- 4) Arnold and Luchsinger : Speech and language, special part 568-570, 1966.
- 5) Ian G. Robin M.D. : Snoring proceeding of the Royal Society of Medicine Vol. XLI 151~154, 1947.
- 6) 法水正文: いびきについて, 日本医事新報第1531号74, 1953.
- 7) 小川常二: 今日の治療指針, 医学書院1966.
- 8) Vaughan, G.E. : snoring, mouth breathing etc., J. Tern. Medical Assn. 1(1) : 28-35 (1908-1909) 29) より引用
- 9) Kenneth H. Hinderer, M.D. : Stop snoring? consultant (October 1963)
- 10) H. Tsukamoto et al. : Beiträge zur Kenntnis des Schnarchens, Mschr. Ohrenheilk 72 : 79-93, 1938.
- 11) H. Fischgold and B.A. Schwartz : A clinical, electroencephalographic and polygraphic study of sleep in the human adult. The nature of sleep 209-236, 1959.
- 12) William J. Green M.D. : The effect of LSD on the sleep-dream cycle. The journal of nervous and mental disease 140 : 6 ; 417-426, 1965.
- 13) 柳義雄: いびき, 日本医事新報第1538号23, 1953.
- 14) M.M. Jacques Lemoyne et pillet : (Cure radicale du ronflement par intervention endo-nasale

- suivie d'apreillage buccal) Annales D'otolaryngologie 67 : 324-326, 1950.
- 15) pfizer Spectrum : The phrenic fauces, the J of A Medical Assn 151, 1953, 29) より引用
- 16) 久保村雅夫 : 常習性鼾の一治療法に就て, 耳喉, 13 : 838-842, 1940. 常習性鼾の治験例追加, 日耳鼻, 46A, 973, 1940. 鼾の治療並びに口蓋垂疾患成因に関する検討, 耳鼻と臨床, 2 : 4 : 211-212, 1956.
- 17) 林 義雄 : いびきの手術的療法, 耳鼻咽喉科手術書, 医学書院.
- 18) 池松武之亮 : いびきの研究第4報, いびきの一治療法, 日耳鼻, 64, 434, 1961.
- 19) 西川泰次 : いびきの手術療法, 日耳鼻, 66 : 1 : 102, 1963.
- 20) 進 武幹, 他 : 鼾の治療, 日耳鼻, 66 : 7 : 991, 1963.
- 21) 稲田秀爾 : 鼾声の治療, 日耳鼻, 67 : 2 : 209, 1964.
- 22) 北原正章, 他 : いびきと耳鼻咽喉科疾患, 岩手医学雑誌, 15 : 6 : 241, 1964.
- 23) Dugas, L.A : Snoring prevent by excising the uvula, So. Med. and S.J. 8 : 612 1852
29) より引用
- 24) Rand, M.E.: A remedy for stertorous breathing, Medical Record. 43 : 285 1893, 29) より引用
- 25) Strauß, J.F. : A new approach to the treatment of snoring Archives of Otolaryngology 38 : 225-229, 1943.
- 26) Heinberg, C.J. : A surgical procedure for the relief of snoring, Ear, Nose and Throat Monthly 24 : 389-395, 1955.
- 27) Fabricant, Noah D : Snoring. Practitioner 187 : 378-380, 1961.
- 28) Donald A Laird : Does a contented person snore? Hygeia 12 : 326-327, 1934.
- 29) Marcus H. Boulware : The Riddle of Snoring. Health research 70 Lafayette street Mokelumne Hill, California 95245 1969.
- 30) 林 律 : Formant について. 耳鼻臨床, 55 : 6・7別冊, 1962.
- 31) 勝木保次, 三浦種敏, 他 : 聴覚と音声, 電子通信学会編303.
- 32) 朝比奈一男 : ねむりの生理学, 中外医学社

原 稿 到 着 : 昭和50年1月10日

別刷請求先 : 寺井 修

〒569 大阪府高槻市大学町2番7号

大阪医科大学耳鼻咽喉科学教室