

# 顎関節音に関する研究\*

## 第1報 測定条件の検討

風間 栄輔 平野 秀利 石岡 靖

新潟大学歯学部歯科補綴学第1教室 (主任 石岡 靖教授)

(昭和47年11月30日受付)

A Study about the Sounds Produced by the Temporomandibular Joint

1st Report; An Investigation of Measuring Conditions

Eisuke KAZAMA, Hidetoshi HIRANO, Kiyoshi ISHIOKA

*The First Department of Prosthetic Dentistry, Niigata University School of Dentistry  
(Director: Prof. Kiyoshi Ishioka)*

### 1. 緒 言

顎関節に関する研究は、口腔機能を解明する立場から全般にわたって広い範囲で行われてきている。とくに補綴学の立場からは下顎運動路の分析がさかんに行われて基本的なパターンは略々明らかにされてきている。しかし運動の中心となる顎頭部の運動については、その運動路に注目して関節窩内における顎頭の運動速度にまでは達していないのが現状であると考えられる。関節窩内の運動という点からの研究は、むしろ顎関節異常、顎関節症という立場からの報告が多くみられる。

顎関節音は顎関節異常における徴候音として、古くから取扱われて診断の有力なる手段とされている。したがって、聴覚的な判断から視覚的に判断をするために、Ekensten (1952) の研究論文以来いくつかの研究が報告されており、この顎関節からの発生音は正常者では silent であるが、波形の分析には大きな意味があることをすでに述べている。波形記録の技術的研究が進み、Findlay & Kilpatrick<sup>1)</sup> (1960) は増巾器の使用により正常者の発生音も silent ではないと報告している。

これによって正常者も実験対象として開閉運動における発生音の研究が進められてきたと考える。

顎関節音の現象は非常に速いので、そのままの波形からは分析が仲々困難である。Watt<sup>2)</sup> (1966) はテープレコーダーを使用して音を収録し、さらに速度変換をして、これをオッシロペーパーに記録して細部にわたる波形の分析を試みた。これを arthrosonic trace と呼んでいる。また中村<sup>3)</sup> (1959) は顎関節症の臨床的研究の立場から顎関節音分析を報告している。

これらは顎関節音を可視的に表現し、波形からの分析を可能にした点で大きな意義をもつものである。しかし波形自体の解析については未だ充分に行われているとは言えないのが現状である。

私共は正常者の下顎運動における顎関節内の顎頭の運動を知るために、下顎運動と関連させて顎関節音を分析し、音の波形から顎頭の運動状態、運動中における顎頭位の推定を試みるものである。またこれは正常者の顎頭運動の研究のみならず正常者の発生音パターンから顎関節に発生する運動異常を早期に診断する基礎的な資料の作成をも目的とするものである。

\*本論文の要旨は、昭和46年11月第58回日本補綴歯科学会において発表した。

顎関節音の発生機構の研究を進めるにあたり、測定問題にかかわる3項目について基礎的実験を行ったので報告する。

## 2. 測定方法

### 1) 顎関節音の収録分析

正常歯列を有し、顎関節に異常のない者を被験者として選び、デンタルチェアに頭部を固定し測定部位にマイクロフォンを保持する(図1)。リボン型マイクロフォンを通して収録した音はB & K社2603型増巾器を使用して増巾し、TEAC社R-410 データーレコーダーをもって磁気テープに記録した(図2)。顎関節音は図3に示す如く非常に複雑な波形を示し、又周波数成分が高いため、そのままの波形からは内容を読み取ることは不可能である。したがってデーターレコーダーから再生した波形の周波数分析をソナグラム表示することによって分析を行った。

ソナグラムとは横軸に時間、縦軸に周波数をと

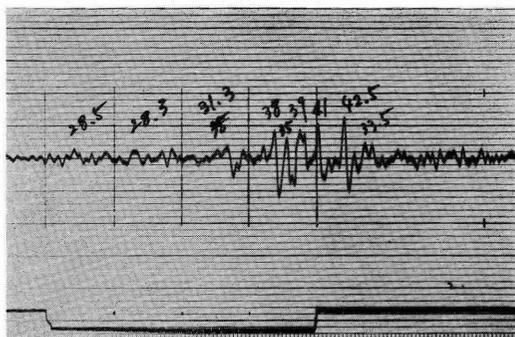


図3 顎関節音波形と開閉信号

ってパワースペクトルを輝度変調で示すパターンでパワースペクトルが時間と共に変化しているのがわかる。約1秒の開閉口時間を有する顎関節音信号をデーターレコーダーに60 ipsのテープ速度で記録し、再生時には適切なデーター長と、周波数分析範囲をうるため、3 ipsのテープ速度、すなわち約20秒のデーター長として信号を実時間デジタル相関計およびスペクトラムアナライザーに入れてソナグラム分析を行った。

テープ速度3 ipsの顎関節音信号をTEAC社C-110実時間デジタル相関計のX inに入れ、X-sampling period  $\Delta\tau = 1$  msec, Y-sampling period  $\times 10$ , AVG CONST 32, MULT FACT  $\times 8$ とし、矩形波を相関計のSTOP IN端子に入れ、START-HOLD操作を自動的に行った。なお接続は通常の接続の他にさらに相関計輝度変調端子(AUX)をブラウン管カソードに接続して輝度変調方式を行ったものである(図4)。

### 2) 下顎開閉運動記録

被験者の上下顎印象を採得し、上下顎唇頬部に適合するレジンシーネを作成して、白歯部にワイヤークラスプをつけて、インプレッションペーストをもって固定した。上顎のシーネには金属線の枠を取り付け、下顎シーネにとりつけた金属桿が開閉口時、最大開口時に接触するように調節した。この開、閉、最大開口時の信号がオッシログラフ記録紙の下部に矩形波として記録されている。オッシログラフのチャートスピードを決めれば開、閉口の速度を計算することが出来る(図5)。

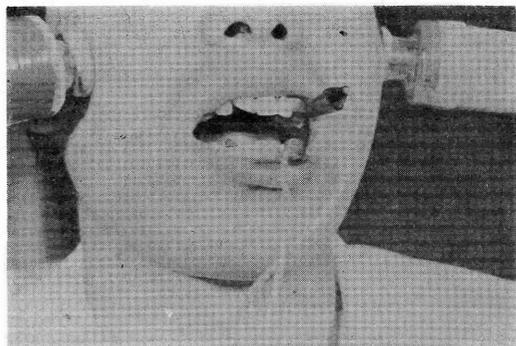


図1 マイクロフォンを両側につけて測定上下顎歯牙の接触検出器を装着

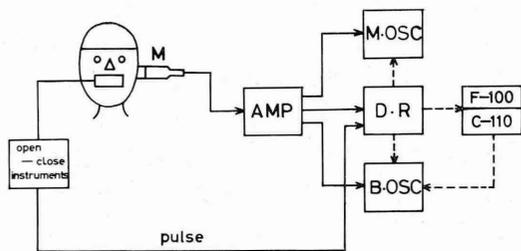


図2 顎関節音測定のプロック・ダイアグラム

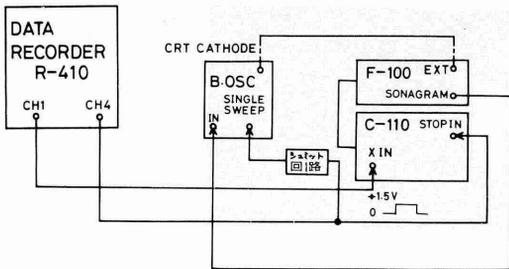
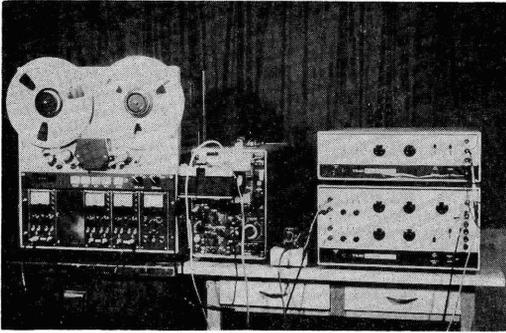


図 4 分析装置およびそのブロック・ダイアグラム

### 3. 測定結果

#### 1) 顎関節音の測定部位による影響について

顎頭部の運動に伴って発生する音を収録するには可能な限り全運動時に発生する音を収録することが目標とされる。顎頭部の運動は顎関節を構成する関節円板、靭帯、筋などを同時に働かせるので単独に取出すことは出来ない。またそれぞれがどのような周波数成分を有する音を発生するかも不明であるので、今回はすべてを含んだ音を収録、分析することにした。

咬頭嵌合位における顎頭相当部をA点として、これを中心に図6に示す5点を選んだ。数字はA

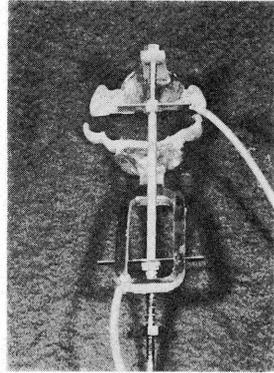


図 5 開閉口運動記録装置

点からの距離を示している。

図7は A, B, C, D, E の各点において測定した音の波形とそのソナグラムである。波形下にある矩形波の左端は開口開始点、右端は閉口終了点を示している。

各部位における収録音の波形から開閉運動中にあらわれた最大振幅の db 値を平均したものを開

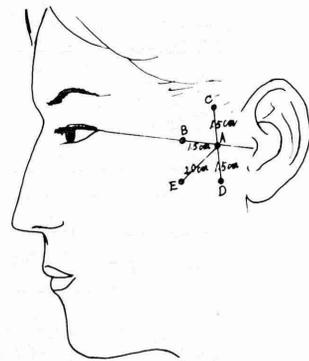
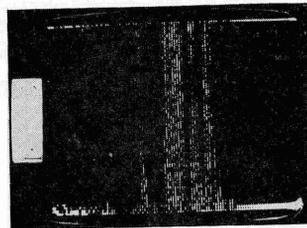
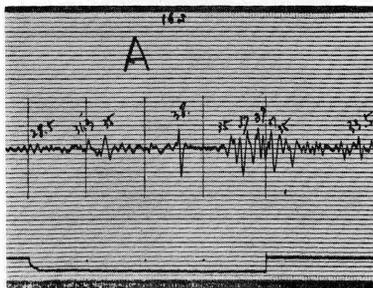


図 6 測定部位の影響を検定するための測定点



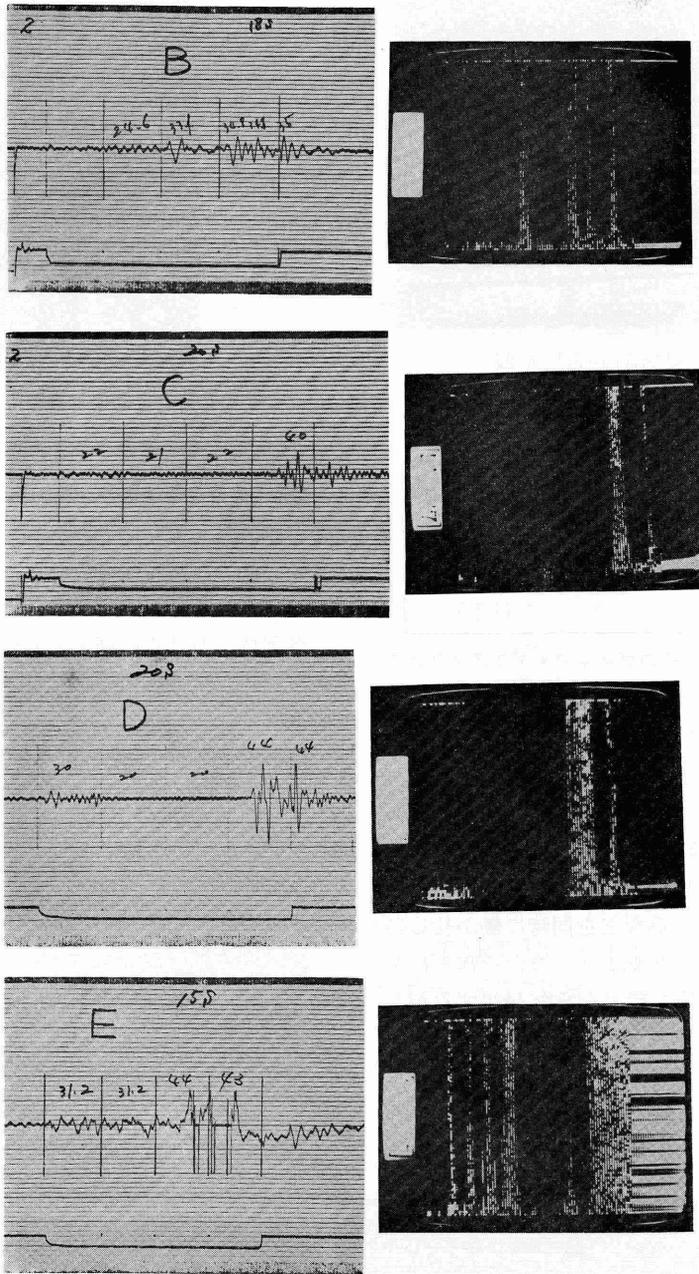


図7 各測定点における顎関節音の波形とそのソナグラム

閉口別にみると図8の如くである。

開口運動ではC点が最も低く、B点、D点、A点、E点の順に、また閉口運動ではC点、B点、A点、D点、E点の順に高くなっている。開口において

は測定部位による影響が大きくE点はC点の約2.2倍のdb値を示しているが、閉口においてはE点はC点の1.4倍である。また開口、閉口のdb値をそれぞれ比較すると、すべての場合に閉口時の方

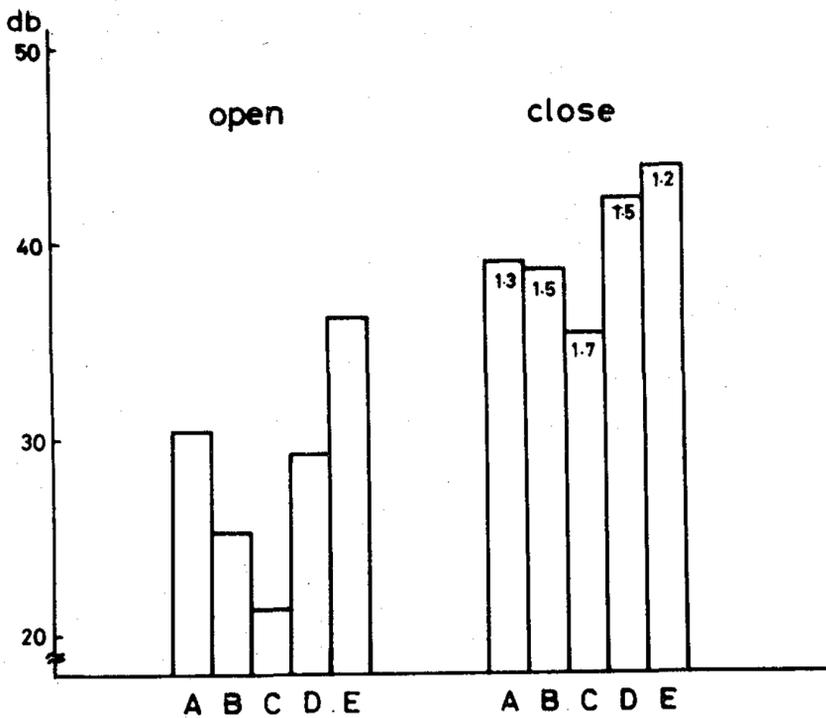


図8 各測定点における db 値  
Close の数字は Open に対する倍率を示している

が高く、その比率は1.2倍~1.7倍の増加を示していることがわかる。

またそれぞれのソナグラムから開閉運動時に収録した音の分析(図9)をみると、C点、D点においては、開口時の音は全く収録しておらず、閉口時においても閉口終末時の方に片寄っている。B点、A点においても開口時の収録は少ないが、閉口時においては閉口開始時の方に拡っている。しかしE点は開口時、閉口時ともに多くの音を収録し

ていることが明らかになった。

2) 下顎開閉速度による影響について

顎関節音は関節窩内部における顆頭、円板、靭帯、筋、粘膜等の運動摩擦音およびそれぞれの収縮時の発生音の合成と考えることが出来る。したがってこの発生音は運動速度に影響されるであろうことは容易に想像することが出来る。

開閉口運動速度はメトロノームの速度に合わせて1.0秒、1.5秒、2.0秒、2.5秒、3.0秒とした。開口時(図10)における収録をみると、比較的速い1.0秒では開口運動経過のうち20%、40~45%、75~90%の時点で音を収録することが出来るが、それより遅くすると、むしろ開口当初の音は収録出来ず80%以降の時点での音の収録が認められた。またさらに遅く3.0秒の場合には75~80%以降に1回だけの場合と、速い場合のように10%、35%、95%周辺の3回の収録が出来た。

閉口時(図11)においても同様の検討を行ったところ、速い場合には閉口運動経過の10~25%、40%、75%の時点、遅くなると65~80%の時点でそれぞれ音を収録する。さらに遅くすると20~40%の範囲で収録する傾向が認められた。

3) 測定時間による影響について

下顎運動は複雑な神経筋機構によって調整され

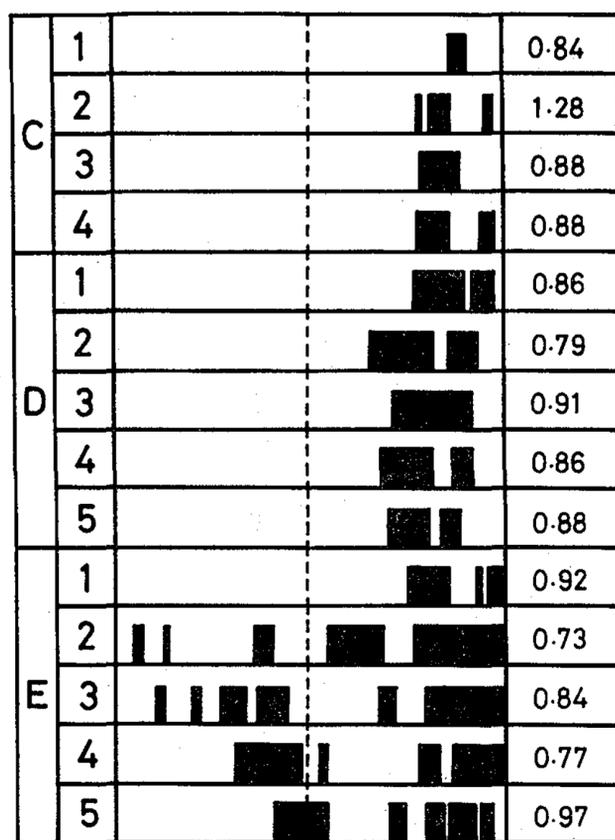
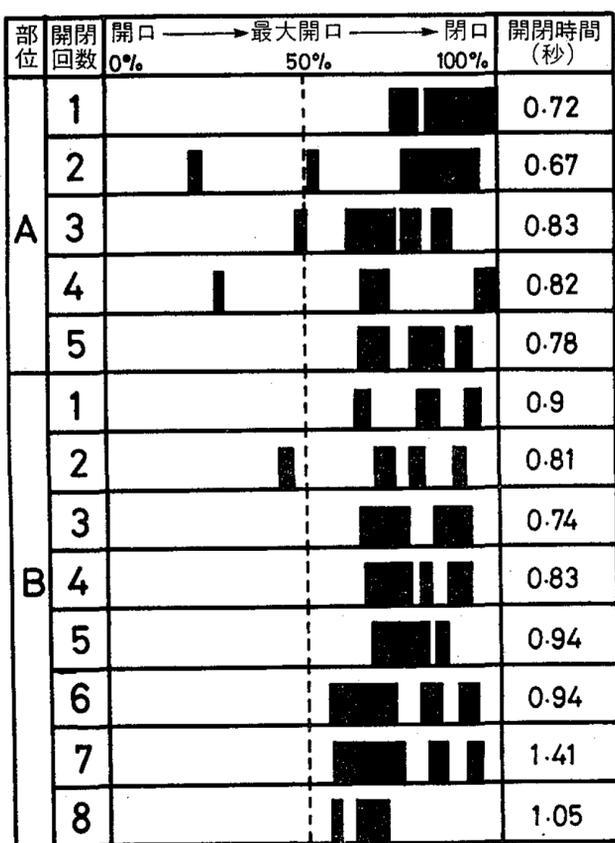


図9 各測定点における顎関節音の発生部位

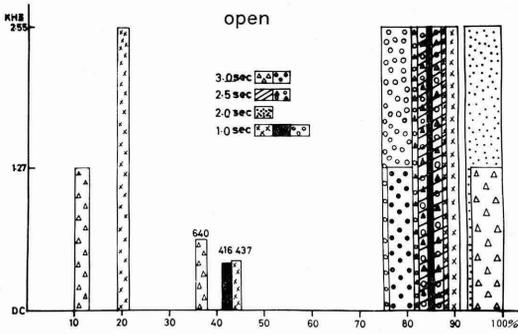


図 10 開口速度による音の発生部位  
開口全経過を 100%とした

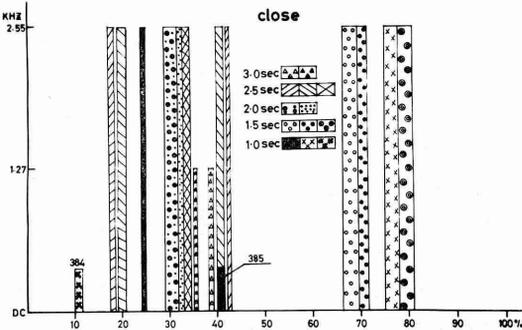


図 11 閉口速度による音の発生部位  
閉口全経過を 100%とした

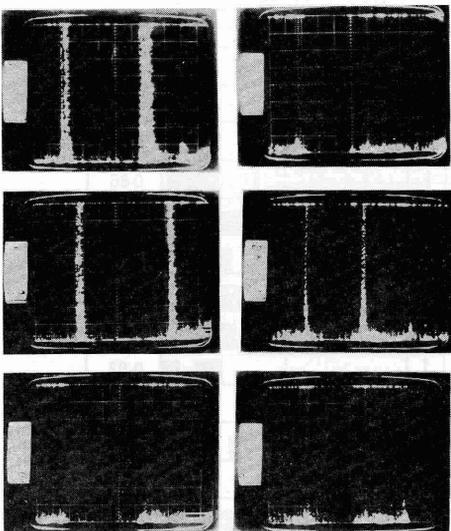


図 12 各測定時間におけるソナグラム

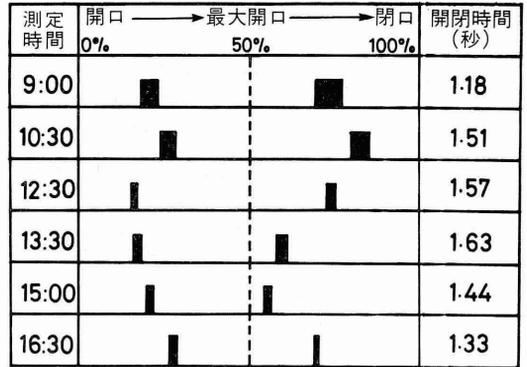


図 13-1 被験 A における各測定時間における顎関節音の発生部位

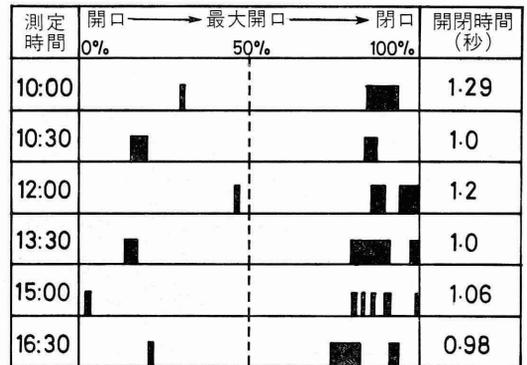


図 13-2 被験 B における各測定時間における顎関節音の発生部位

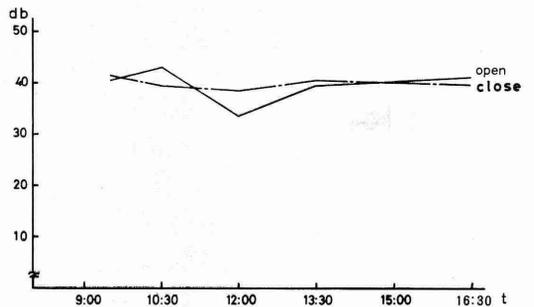


図 14 各測定時間における db 値

ているので日常生活においても早朝から夕方まで同一状態であることは考えられない。起床直後の顎運動に馴れない時、昼間の比較的運動のスムーズな時、さらに顎関節部に疲労を感じる時点では顎関節内部の様子も変り、音の発生にも影響を及ぼすことを考え、午前9時から午後4時30分までの間を90分間隔で6回測定を行った。図12の左側上段から午前9時、午前10時30分、午前12時、右側上段から午後1時30分、午後3時、午後4時30分に測定したデータのソナグラム分析である。

これを一覧表(図13)にまとめると、午前9時の音の継続時間が最も長く、午前10時30分ではやや短くなり、以降は非常に短くなる傾向を示した。また音の発生は測定時間が遅くなる程、開口時の発生は遅くなり、閉口時の発生は早くなる傾向を示している。

各測定時における最大振巾の db の平均値をみると午前9時より午後4時30分における変化は開閉口ともに認められなかった(図14)。

#### 4. 考 察

顎関節音は顎関節症または顎関節異常における一つの症状として取扱われてきた。Ireland (1951) は crepitus の発生要因に関係する症状と発生音を臨床的に鑑別することの重要性を述べている。このような音の発生は顎頭が meniscus の anterior or posterior transverse を over slipping するためにおこるものであると Reese (1959) が解剖学的な見解を述べている。一方音を測定した立場から Findlay & Kilpatrick<sup>1)</sup> (1960) はこの発生音は single diphasic sound と multiple diphasic, polyphasic sound の2つの基本型に分けることを報告し、この音の中には clicking, cracking そして grinding noise が含まれると述べている。さらに Watt<sup>2)</sup> (1963) は臨床的な音の分類を報告している。すなわち顎関節音として聞える音は crepitus と clicking の2種類であるが、正常者において発生する音は soft crepitus と popping click であり、顎関節に何らかの異常のある場合に発生する音には

hard crepitus と病的な click があると述べている。

このような音の性質を聴覚的に分類することは臨床鑑別診断として重要なことであるので、さらに体系づけて研究することが必要である。現在は波形分析の技術が進んできたので単なる聴覚的な判断や原波形の生のままでの観察にとどまらず波形の分析検討が可能となった。

顎関節音の発生がどのような機構からなされるかということについては、多くの推理がされているが何れもその範囲を出ていない。私共は測定の準備として測定条件についての実験を試みた。

##### 1) 測定部位による影響について

習慣的な開閉運動における顎頭は顎頭安定位から略々一定範囲の運動を繰返すものと考えることが出来る。しかし習慣的開閉運動における顎頭の運動は前後的なもののみではなく、相当に側方的な動きを加えるものである。またこのような顎頭の運動に伴う発生音を収録するために、顎頭運動の単独の音を取り出すことは現在困難である。所謂顎関節音と称しているものは、そのような単独音ではなく、顎頭運動に関連して発生する総合音である。

顎頭の運動に伴う発生音を収録するためには顎頭の運動に近い部位が望ましいが、顎関節は何層かの軟組織によって被われているので、その音の伝導経路は単純なものと考えられない。そこで閉口位における顎頭位を触診により確認し、これをA点とし、これと外眼角を結んだ線上1.5cm前方をB点、A点の直上1.5cmをC点、直下1.5cmをD点、およびA点の傾前方2.0cmをE点として顎頭の運動範囲を中心として測定点を選定した。

各点における最大 db 値を測定してみると開閉口ともに、E点が最も高い値を示している。また音の収録状況を分析してみると、やはりE点は開閉口の全経過において広く音を収録していることがわかった。

このように測定部位によって db 値、音の収録状況に影響することが明らかになりE点が最も望ましい測定部位であることがわかった。

Findlay & kilpatrick<sup>1)</sup> (1960) はマイクロフォンの直径の約半分を顎関節窩の外縁の中心部を直接被い、残り半分は頬骨側骨弓を被いしかも後縁は耳珠で安定させる方法をとっている。

Watt (1963) は顎関節の前下 20mm に設ける方法をとった。そして顎関節の上に直接設けると顎頭運動の附随する音をも収録して、顎頭自体の運動音がぼやけると述べている。

今回の E 点は Watt の提案している測定点と略々同一測定部位であることがわかった。

### 2) 下顎開閉速度による影響について

一般的に顎関節音を測定する場合には習慣的な開閉速度を維持して測定を行うのが普通である。顎関節音が顎頭運動時の発生音であることは明らかであるので、運動源である顎頭自体の運動速度を変えて、その影響を検討したいがそれは不可能なことである。開閉運動の変化は顎頭の速度を変化させるのみならず、運動様式をも変化させることになるので純粹なる顎頭の運動速度変化にはならない。また被験者が習慣的な開閉速度を一定に維持することも非常に困難であり、ある範囲で相当に異った速度で開閉運動を繰り返すことになる。したがって、このような運動に伴って起こる音を測定する準備としては開閉速度の影響を検討することは必要な実験である。

Findlay & Kilpatrick は開口、閉口と標示したランプを術者が点滅して被験者に開口、閉口の速度を指示したと述べている。これはむしろ一定速度を維持して被験者を誘導する努力である。私共は、1.0秒から 3.0秒を 0.5秒間隔に 5段階の速度を決め、防音したプラスチックケースに入れたメトロノームを被験者の目前に置いて、その振子によって規定の速度による開閉運動を行わせた。この他被験者には開閉測定器を装着してあるので実際の速度を計算の上データーを処理した。

開口時の発生音は顎頭の回転運動、滑走運動、さらに関節結節を越えるときの 3つの発生音が認められ、閉口時には、関節結節を越えるとき、途中の滑走のときの 2つの発生音が基本であると考えられる。したがって、それらの運動からの発生音が

それぞれ特徴としてとらえるために必要なる運動速度になったときに基本的な波形が得られるものとする。したがって、速い方がよいとか、遅い方がよいと決めることは出来ない。しかし比較的速い方が運動摩擦が大きくなるので音として収録することが容易であると推定された。

### 3) 測定時間による影響について

顎関節異常がある場合に患者は早朝に開口困難があるが、食事などにより次第にスムーズに開閉出来るようになる。また開口時の雑音も早い時期にあるが次第に音が小さくなることを訴える場合が多くある。

顎関節内の顎頭の運動は早朝の開口から次第に馴れてスムーズに運動出来るように内部の組織がなじむことも考えられる。また一方筋、靭帯の疲労がおこり運動様式にも変化がおこることが予想される。

今回は午前 9 時より 90 分間隔で午後 4 時 30 分までの間で 6 回の測定を行った。被験者 A では測定時間が遅くなるにつれて開口時の音の発生は遅くなり、逆に閉口時の音の発生は早い時点にあらわれる傾向が認められたが、被験者 B においてはあまり明らかな傾向は示さなかった。ただ、被験者 B は開口時の音の発生位置は測定時間によりまちまちであるのに比して、閉口時の音の発生位置は比較的安定していた。このように発生位置が比較的安定している人と不安定な人があるが、1日の範囲内でも顎頭の運動する状況により相当に影響を受けることは、顎頭の微細な運動とその他の組織との関連も常に同一ではないことを認めている。

将来の顎頭の運動状況を音から推定するためには、さらに周波数分析を行うなど詳細に検討することが必要である。

## 5. ま と め

顎関節音の分析を行う場合に測定上問題となる 3 項目について実験を行った。

1) 顎関節音の波形をデーターレコーダーに収録する速度と再生する速度を調節することに

より高い周波数の波形も十分に観察することが出来た。

- 2) 顎関節音はその測定部位により収録される音の範囲が異ってくる傾向が認められ、顎頭安定位の前傾下20mmの部位が最も広く音の収録が出来た。
- 3) 習慣的な開閉運動における開閉速度は音の収録に影響を及ぼすものと考えられる。
- 4) 測定時間が音の発生位置に影響を及ぼす場合もある。

#### 参考文献

- 1) Findlay, I. A. and Kilpalrick, S. J.: An analysis of the Sounds produced by the mandibular joint. J. Dent. Res., **39**: 1163-1171, 1960.
- 2) Watt, D. M.: Gnathosonics - A study of sounds produced by the masticatory mechanism. J. Pros. Den., **16**: 73-82, 1966.
- 3) 中村允也: 顎関節症の臨床的研究. 口腔病会誌, **26**巻: 82-108, 昭和34年.
- 4) Watt, D. M.: A preliminary report on the auscultation of the masticatory mechanism. The Dental practitioner; **14**: 27-30, 1963.