

教育講演

咬合とバイオメカニクス

東京大学医学部口腔外科
西原 克成

I. 顎口腔の機能

咬合とは、噛み合わせのことで、ここでは顎顔面口腔の機能のことをさしている。バイオメカニクスとは、ここではRouxの生体力学つまり生命の発生機構には重力が本質的作用を有するとする学問のことをさしている。ともに機械臓器の機能とその機序を示す用語であるが、これを論ずるとなると顎口腔とは何かを知るとともに、バイオメカニクスとは何かを知らなければならない。

「器官の本質を把握したければ、その由来を訪ねよ」という方法論を示したのは、形態学を創始したGoetheである。今日的にこの手法を用いるとすれば、系統発生学を逆にたどればよいわけであるから、脊椎動物の進化を遡れば、咬合をつかさどる顔面口腔の本質が究明されるはずである。一方バイオメカニクスの学問の由来を訪ねると、1901年のRouxにはじまるが、20数年前に中国系の米国人の工学者のFungによってつくられたバイオエンジニアリングの生体力学もあり、後者が今日隆盛を極めている。これは生体をばらばらの機械部品に分解し、ここに工学理論を当てはめただけのものであるから、いたずらに細かく分析的で生命現象の本質にアプローチする手だてがない。Rouxは生命発生原則 (Biogenetic Law) を樹立したHaeckelの高弟で、バイオメカニクスとともに生命発生機構学 (Entwicklungsmechanism der Organismen) を創始している¹⁾。生物の発生と進化には、重力をはじめとする生体の内外から影響を及ぼす力学作用が本質的に重要であるとするものである。Rouxの生体力学の背後にはLamarckの用不用の法則 (Use and Disuse Theory) という力学作用の法則性に対する洞察が窺われる。Lamarck-Haeckel-Rouxの学問はわが国において浦良治を経て三木成夫に継承され、1965年頃にはBiogenetic Lawは形態学的に三木によって系統発生の全域にわたりほぼ検証された。著者は生体力学を応用した実験進化学手法を開発し、系統発生の各ステージの異なる脊椎動物を用いて実験的に進化を再現させることによりHaeckel-三木成夫の形態学を検証した (1997

年)²⁻⁶⁾。ここでは、Goethe-Lamarck-Haeckel-Roux-三木成夫-西原の生命哲学を述べ、発生と進化の法則およびその検証について顎顔面口腔の器官特性とバイオメカニクスとの関連で述べる⁷⁻¹⁰⁾。

II. 顎口腔の系統発生的な器官特性

顎口腔は内臓頭蓋の消化器部分を構成する。哺乳類では顔面頭蓋は気道部分と咀嚼部分に分かれるが、この部分を系統発生的に遡ると、原索類に至り生命体そのものともいえる顔の原器、鰓孔のある口腔咽頭の嚢を主体とした脊椎動物の源の生命体ムカンホヤとなる。つまり脊椎動物とは、内臓頭蓋の原器のみから成るホヤが頭側と尾側に長々と伸びたもので、顔とは生命体の中心であったものが、生命を代表する器官に変容したものであった。ホヤは筋肉が平滑筋と横紋筋の間のごとき細胞より成り、体全体で呼吸しており、生命の中心が口腔・咽頭の鰓腸となっている。ここで酸素と食物と細菌の消化吸収を行う。呼吸運動につられて動いた脈管が心臓となるが、この呼吸運動をつかさどる内臓平滑筋の主要部が哺乳動物では咀嚼・嚥下・発声・表情をつかさどる横紋筋群となっている。これから考えても咀嚼運動を十分に行えば、心臓の運動障害が軽減されることは容易に理解される。幼形の蝌蚪型のホヤが頭進して魚型の脊椎動物が完成するが、蕾状の成体のホヤと魚型の脊椎動物を比較すると、成体ホヤでは体全体で呼吸蠕動運動を行っていて、袋状のホヤに将来手と足となるヒレを付けたのが魚型といえよう。つまり魚型でも呼吸は鰓腸のみで行っているのではなくて、ヒレと胴体をくねらせて体壁筋を呼吸運動の補助器官としているのである。これが陸棲ともなると、鰓腸が呼吸専用の鰓腸平滑筋を内臓頭蓋に置き忘れたまま鰓から肺が分離し、鰓腸呼吸粘膜が袋状になって開心腔に引きずり込まれ、ここが胸廓となる。サメの心臓は鰓心臓と呼ばれ鰓の最後端の正中にあり、左右のヒレを支える軟骨性の鎖骨から成る体腔の開心腔に囲まれている。開心腔に腸の一部である肺がおさまる。尾側の端にやがて頸直筋から横隔膜が移動する。この時に頸が形成されて頸部が分離独立するが、この時に開心腔にがっかりと囲まれて完全に独立していた心臓が頭頸部とすかさずかに交通しこれで縦隔が完成する。顎角部の

本論文の要旨は第7回日本全身咬合学会学術大会(平成9年11月29, 30日, 東京)において発表した。

感染症で昔よく死亡したのはこのためである。左右のヒレを大きく動かしてのたうち廻った時に、鰓弓のない鰓の最後端の粘膜で咽頭呼吸を行っていた鰓嚢がふくれ、この囲心腔内に陰圧でヘルニアを起こして引き込まれたらしい。窒息しそうになってあばれたサメの胸(囲心腔)が苦しきのあまり張り裂けたのである。この通路が縦隔で、これで胸郭と肺が完成する。サメのはるか前段階のステージでとどまるヌタウナギを観察すると7つの鰓腺はおのおの独立して動き、まるでナメクジウオの各鰓孔に付属する鰓小心臓の如くに見えるが、その最後端に本当の心臓がある。陸棲動物の呼吸は、ほとんど鰓腸平滑筋由来の筋肉を使わずにもっぱら呼吸体壁筋を使うが、この筋肉はホヤからサメの時代を経て哺乳類に至るまで実は一貫して体壁系で腸管呼吸の補助を行っていた筋肉が体動と呼吸の共用筋となったものである。今ヒトが鰓腸呼吸筋由来の内臓頭蓋部の筋肉(もはや横紋筋となっている)を呼吸のために使うのは、あくびとくしゃみと呼吸困難の際の鼻翼呼吸(臨終の時とスポーツ時)くらいしかない。都会では、口呼吸をもっぱらとする子が多く、鼻を気道として使わないため鼻孔が動かない子が沢山いる。咀嚼器を気道に使うか食べるのに使うかは、まさにバイオメカニクスつまり流体力学と機械構造力学の問題なのである。内臓頭蓋に付属している神経頭蓋はホヤの時代には、巨大な腸に比べて極端に小さい脳と脳下垂体からなる。脳をもたない動物は沢山いる。脳は外胚葉からなり、元来皮膚の位置にあり内臓腸管系の窓口として外界に開き、内臓とその担体(vehicle)である筋肉と骨格とを連繋させていたが、口腸にも窓を開き、細菌・酸素・栄養・毒物等腸管に入る物質を細胞性に知覚していた。つまり遊走細胞がこれらをキャッチして、それをかかえて体中をめぐる、侵入物の情報を体のすみずみまで伝えていたのである。これが原始の脳下垂体である。体の外と口腸に開いていた脳細胞からなるシート状の神経板は、目と鼻と耳と脳下垂体を体表か腸管内に開存して両端がつながってチェーン状となり、体の中に沈み込んだが、やがて脳下垂体だけは閉鎖して内分泌に変化し、ホルモン性の情報伝達系に変容した。代わって口腸の細胞性情報システムは哺乳類では第二鰓腺由来のワルダイエル扁桃リンパ輪が担当している。これは白血球・リンパ系の造血器であり鰓器に由来し、肺と胸腺・頸洞と相同器官である。この扁桃リンパ輪に近縁の器官が、甲状腺・脳下垂体・副腎であり、腎臓も鰓器に位置していたもので鰓器類縁の臓器である。つまりホヤの生命の囊がヒトでは、横隔膜直下の腎・副腎部まで間のびした過程が脊椎動物のヒトに至る進化における変容といえる。この範囲が迷走神経系支配域である。三叉神経・顔面神経は迷走と同じ内臓神経ということになる。この体制の進

化はすべて頭進によるバイオメカニクスを中心として起こったものである(図1~10)^{9~10)}。

III. 生命の情報系

そんなわけで、顔の進化を遡ってもホヤに行きつき、脊椎動物の生命個体全体を遡ってもホヤに行きつく。そしてバイオメカニクスがこの進化の要となっている。ということは咬合とバイオメカニクスを解くことは、顎・口腔という生命の要の蝶番の謎を生体力学で解明しようということなのである。

生命とは、リモデリングに共役したエネルギー代謝の渦である。この生命の渦が回転するには質量のある物質と質量のないエネルギーという物質の絶え間ない補充が生命場には必須である。この補充が途絶えると瞬時にして生命の渦は止まる。従来は質量のないエネルギーを物質として扱ってこなかったのが20世紀のライフサイエンスである。量子力学の世界観とは、全く異なるニュートンの発見した万有引力の法則すら入っていない奇妙なサイエンスの世界が展開していたのが生命科学の世界であった。

ここでいうエネルギーの補充とは主として温度や重力、光や磁気のことを指す。絶対零度の間近では生命の渦はたちどころに止まる。また500℃位で渦は壊れる。生命体は、流体でできていて流体力学系としては閉鎖系のようにみえるが、エネルギーをはじめ酸素・栄養・放射線・電磁波・重力波・熱エネルギーの観点からはほぼ完全な開放系といえる。生命体の中での情報伝達も従来は、質量のある物質による伝達を中心と考えられていたのがライフサイエンスであった。それでバイオメカニクスが忘れられたのである。生命の情報伝達系も一般のそれと全く同様にハードとソフトの情報系の二重支配による。ハードが質量のある物質によるからDNA, mRNA, リボゾーム系、神経伝達物質、ホルモン、赤血球、白血球、リンパ球、血清、酸素や栄養、酸素の受け渡し等のすべてである。ソフトの情報系とは、質量のないエネルギーによるものでありこれが広い意味でバイオメカニクスということになる。両者を合わせて physicochemical stimuli による情報系ということになるが、つまり質量のある物質によるものと質量のないエネルギーによるものの二重支配が生体情報系の実態であった¹⁰⁾。

咬合の主体となる内臓頭蓋が、実は原初の脊椎動物の生命の中心であったことを述べたが、その生命の渦が回るには生命の情報系が情報を授受しなければならない。この受け渡しがリモデリングであり、これに共役してすべての代謝が回転する。狭義のFungのバイオメカニクスは、この渦が機能する際の生体に関連する力学のみを

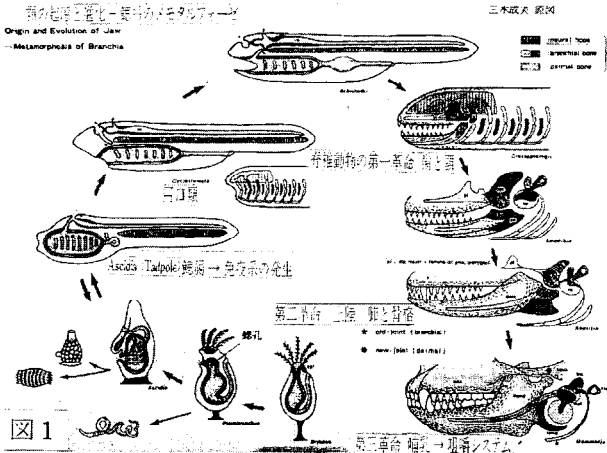


図1

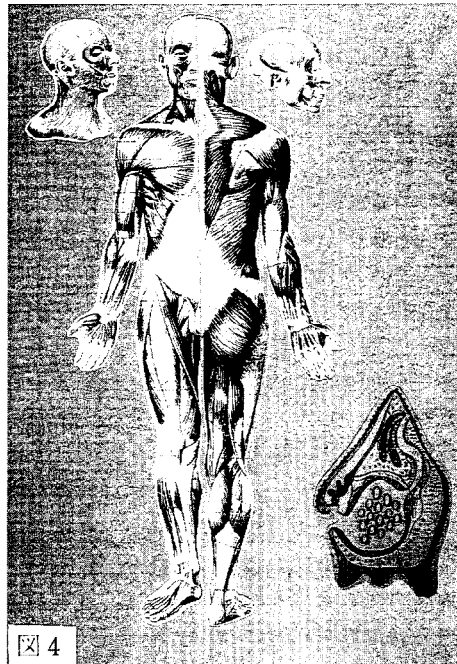


図4

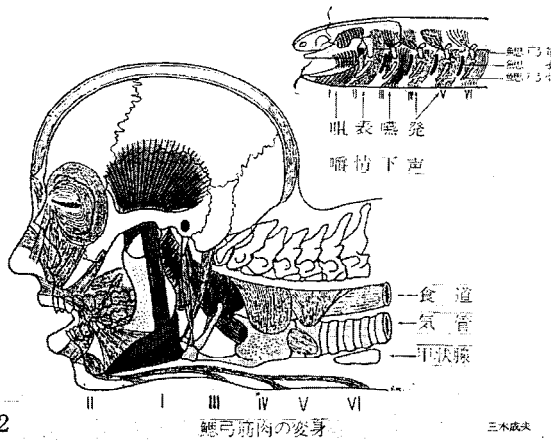


図2

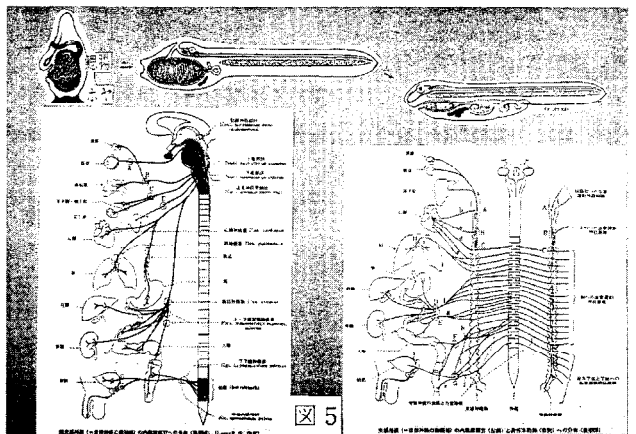


図5

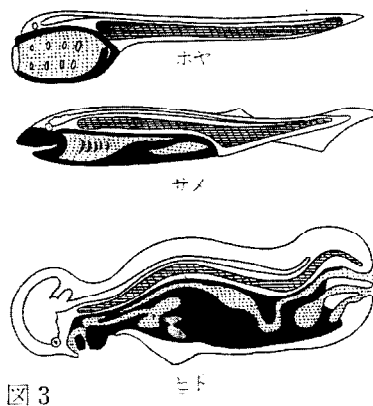


図3

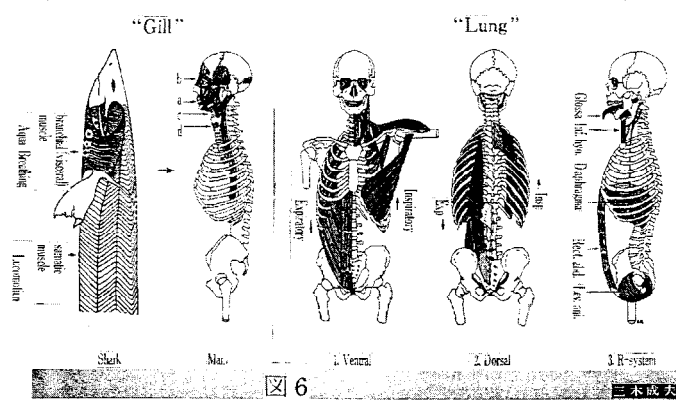


図6

図1 顔の原器を求めて系統発生を遡ると脊椎動物の源のムカシホヤに辿り着く。
 図2 鰓腸筋と顔面表情筋群の相同性
 図3 ホヤとサメとヒトの比較

図4 ヒトの体壁筋とホヤの体壁筋の比較 共に体壁筋を動かして呼吸する。
 図5 副交感神経系はホヤの固着性, 交感神経系が頭進する魚型ホヤの体制の神経である。
 図6 サメの呼吸筋とヒトの呼吸筋

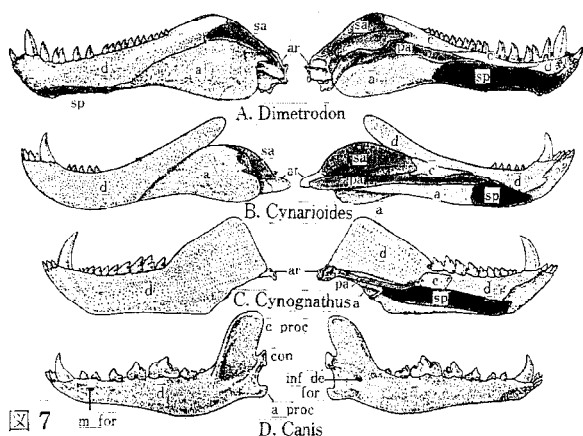


図7 m_for

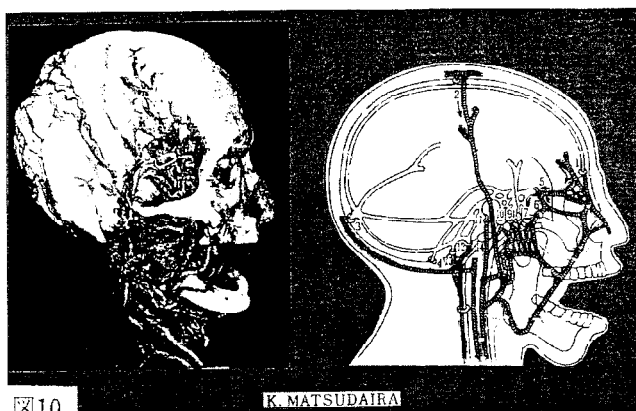


図10

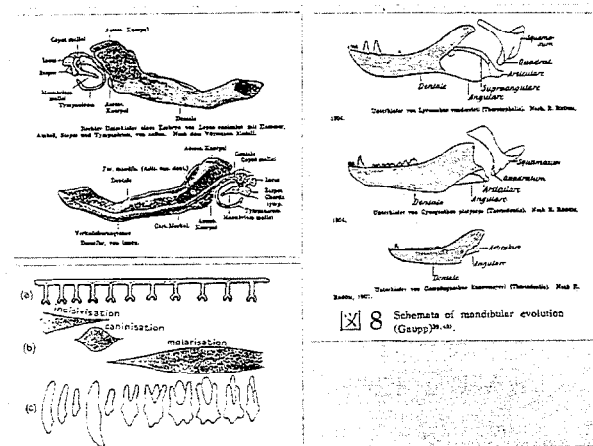


図8 Schema of mandibular evolution (Gaupp) et al.

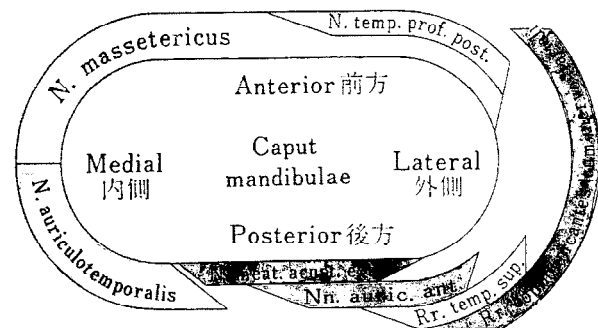


図11 顎関節の部位別神経支配模式図。顎関節を上方から見て部位別の支配枝を模式的に表した。

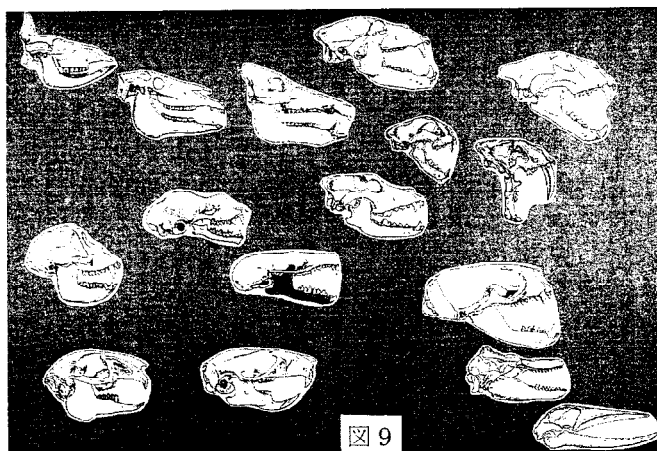


図9

図7 化石爬虫類から哺乳類爬虫類を経て哺乳類に移行する咀嚼器の進化
 図8 Gauppの個体発生の顎の観察図と進化の模式図(左右) Butlerの場の理論のシエマ(下)
 図9 食性と歯・頭蓋形の相関性を示す(中央が原始哺乳類)

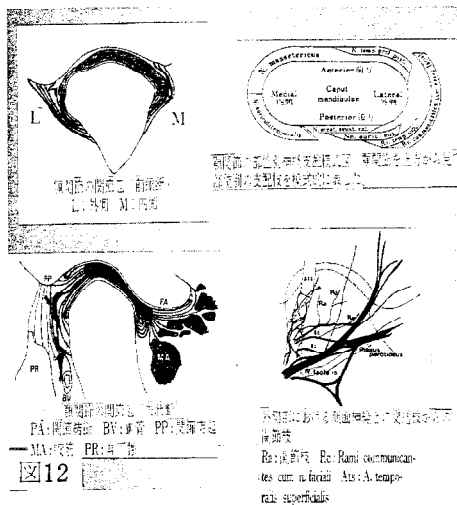


図12

図10 咀嚼筋群の血管, この部は鰓弓内臓系に由来するため極めて血行が豊富である(松平)
 図11 顎関節の7つの神経支配(石橋克禮)
 図12 顎関節の筋膜は7つの内臓筋に由来する(窪田金次郎)

扱っていたが、Rouxのバイオメカクスは重力を主導としていたから、Rouxのものでなければ脊椎動物の3つの謎は解明され得ない。実際脊椎動物の頭進による体制の分化も、咀嚼器官の成立もすべては、体の動きの軌跡つまり主応力線の流れと重力作用の方向との合成で起こるのである。

形態学の業績をひもとくと、咬合に関する重大な法則性が19世紀から20世紀にかけて宝庫の如くに埋もれていることがわかる。何に埋もれているかといえば自然神学に立脚したダーウインの進化論の廃墟のなかに、見捨てられたごとくに埋もれているのである¹¹⁾。

IV. 歯の器官特性

咀嚼器の効果器官である歯の生物学的特性については、従来あまり深く考慮されたことがなかったが、咀嚼機能を考える際に、歯の器官特性の解明は必須のことといえるのでここに概略を記す。

歯と骨の原器は、アスピディンといわれる複合体で5億年前に無顎類の甲皮を覆っていた。食物の摂取という生体力学刺激に対応してアスピディンの一部が口の周囲に発達して、歯を形成し同時に顎が鰓弓から分離した。著明な力学刺激のない部位にはアスピディンは発達しないから、肛門に歯のある脊椎動物は存在しない。アスピディンは象牙質と骨組織との複合体で、破れると組織が流出して硬組織を修復することが、化石の研究から知られている。したがって皮膚の原器でもあり、生命体を守る鋭敏な感覚器官と考えられる。甲皮のアスピディンの多くは、鋭敏な感覚機能を失い盾鱗、鱗、毛髪、羽毛などに変容するが、口腔で発達したアスピディンは歯として鋭敏な感覚機能を残したまま摂食器官に変容した¹²⁾。歯は5億年前の形状をほぼそのまま人類に伝えている数少ない遺産といわれている(Halstead)。アスピディンの機能から考えると、歯は極めて鋭敏な感覚器官と考えられる。つまり歯の本質的機能の1つは、個体を守る鎧に付属した鋭敏な感覚器官として理解される。侵襲が甲皮に及ぶと生命を脅かす損傷としてただちに修復されたと考えられる。人間においても、歯は5 μ mを識別することができ、象牙質に侵襲が及ぶと生命を脅かすほどの恐怖心を伴った、名状しがたい痛みを呼び起こすのは、太古の生命の要に位置した、鋭敏な感覚器官のもつ生命記憶に由来する。歯は、Cuvierがいつているように生命に最も本質的な器官であり、従来われわれが考えていたよりも極めて重要な器官として、多くの脊椎動物において発生学的に位置づけられているのである。

咀嚼器へと進化した歯は、高等な生物にとって、生命に最も近い本質的器官であるといわれている(Cuvier)。

極めて特異な器官であるため、歯に関する学問は約200年前から数10年前までは、当代一流の学者によって競って研究された分野であり、古生物学、系統発生学、比較形態学、動物分類学、解剖学、人類学、遺伝学などの方面で膨大な学問的蓄積のある分野である¹³⁾。

歯の原形は、脊椎動物の出発点においてアスピディンとして既に骨組織との複合器官を形成していたが、これは今日のサメの皮歯と車軸歯にそのまま受けつがれている。現生の哺乳動物の歯根も、すべて線維骨であるセメント質で覆われているので(Weidenreich)、5億年の進化を経た動物の歯においても、原初の姿が様式を変えて保たれている。直接骨と接合していたアスピディンは、化石爬虫類(恐竜)に引きつがれ、哺乳類型爬虫類を経て約1億年を要して靱帯結合の哺乳類の歯に進化した。この変化で、線維骨のセメント質の外層に靱帯関節が獲得されたのである。

多くのすぐれた学者によって歯に関する研究が続けられたが、膨大な学問的蓄積の中に歯の器官特性に関する疑問つまり「歯とは何か?」という問に対する解答が見当たらない。この問いの1つの回答は前述の個体を守る感覚器官として出発し、その機能を保持したまま哺乳類では咀嚼の機能器官に変容した臓器、つまり重要なエネルギー同化の器官として理解される。一方歯や顎骨など、骨格系臓器は機械構造体による機械的機能を使命とする。したがって「歯とは何か?」というもう一方の問は、咀嚼の機能器官としての歯の力学的特性に対する問である。RouxによってBiomechaniksという学問領域が創設される前の、Culmann, Meyer, Wolffなどが活躍し始めた頃に蓄積された歯に関する学問的遺産の中に、この問に対する答えを求めることは無理である。しかし今日歯科医学が発達し、世界的に多方面からの研究が勢力的に進められているが、意外なことに器官の本質的機能のみならず生体力学的意味で「歯とは何か?」ということを考える試みが今日までなされていなかった。

古生物学や系統発生学の知見による経験則と、著者の人工歯根をモデルとして有限要素解析を行った研究結果などを総合すると、哺乳動物の歯は生命のエネルギー同化の捕捉器官の変容した特殊器官であり、応力を分散する最適形状システムをもち、咀嚼力というmultiple forceを歯冠と歯根の形状と物性により、歯が一旦負担し歯周靱帯で主応力線を変換して顎骨に分散し、顎骨の皮質骨で負担させるvehicleシステムである¹⁴⁾。歯周靱帯が主応力線の変換システムとして機能するとともに、栄養を担当する脈管系が靱帯組織と協同して衝撃を吸収する弾性体として機能する。これにより顎骨にもWolffの法則を適用することが可能となった。

最適形状システムをもつ顎骨は、本来遺伝的にはMon-

son球面に一致した咬合平面と放物線を示す歯列弓をもち、円滑な咀嚼サイクルを演ずる機械として設計されているが、この同じ骨組織の持つ最適形状システムにより機能の長期的偏りで、偏った運動に適した形に変形する。骨が機能に従ってremodelingするためである。機能的偏りが長期に及ぶと変形も進み、ついには円滑な咀嚼サイクルの遂行に支障を来す。一方歯も最適形状システムをもつが、remodelingのシステムはほとんどもない。つまり歯は遺伝学的な時間の長さで最適形状をとる器官なのである。歯は植立する部位により機能が異なるため、この最適形状システムに従って歯冠と歯根の形状が部位により異なるのである。

骨も歯も遺伝的に、それぞれの種の一般的機能に適合した最適形態をとる器官であるが、骨はそれ自体で機能適応形態をとるので、遺伝的に規制された形状から、二次的に機能的外力で変形する。歯のvehicleシステム、歯周組織の脈管構造および人間の顎骨と歯根の形態とを考えると、歯は長期に作用する側方力を支える機構を持ち合わせていないことがわかる。歯列矯正術で、わずかに20~70gの持続性の側方力で歯を動かすことができるのはこのためである。歯と骨の生体力学的特性が把握されると、歯列不正、歯周疾患、顎・顔面の変形症、顎関節症、習慣性顎関節脱臼などの発症が生体力学要因によるものが、漸く著者により明らかとなった。これにより顔面頭蓋の消化器部分の最重要器官の特性が解明され、顔面形態を規定する骨格器官において歯の果たす役割の重要性が理解される。

V. 咀嚼器官の科学

リンネが1766年に二名法による分類学を完成させた時に脊椎動物が独立し、哺乳類が分離された。この時の分類の基準が歯と咀嚼器官であった。それで19世紀から20世紀にかけて当代一流の形態学者が「歯の科学」になだれ込んだのである。皮肉なことに米国のdentistryが全世界を制覇した20世紀には歯の学問は瀕死の状態に陥ってしまった。これはdentistryがほとんどサイエンスとは無縁の「入れ歯に合わせた処置法のギルドの教程」であったからである。

歯に関する学問には3つの系統がある。まずは歯の解剖学・組織学があり、ついで顎の成立に関する学問があり、さらに歯と顎骨・食性と歯の形との関連の学問がある。歯の学問はリンネにはじまりCuvierを経て形態学を創始したGoetheを含む当代一流の形態学者の多くの業績がある。顎の成立に関してはReichert¹⁵⁾とGaupp^{16,17)}の業績があり、歯と顎骨の関連性に関してはButlerとSimpsonの業績がある。歯の科学の3つの流れを以下の

ようにまとめて述べる。

1. 歯の学問の流れ

歯の学問の流れには以下の2つの系統がある。

1) 歯の構造と組成・歯の組織学・歯の個体発生学：レチウス、トームス、ヘルトヴィヒ、ワイデンライヒ、マイヤー、ノイエス、オーバン

2) 歯の比較形態学：リンネ、キュービエ、ヤング、マソン、パッカー

歯の構造と組織の進化も、歯と顎骨の機能相関も、食物の性質と咀嚼機能の力学的相互作用による対応形態で解明が可能である。また、動物種に特徴的な歯の形態の比較考察も、食性に対する歯の力学対応で解明が可能である。歯冠と歯根の形は食物の物性（食性＝硬い・軟らかい・細かい・繊維性・筋肉性等）に一致するという法則性がある。これも歯がvehicle systemであるので、最適形状を取る力学対応として理解される。当然頭の形と食性と歯の形は切っても切れない関連性をもつ。ここでは詳しい解説は省略する。

2. 顎の成立に関する法則

顎の成立に関する法則は、ReichertとGauppにより発見された。Reichertは1837年に、またGauppは1911年にそれぞれ別々に化石爬虫類の顎の関節骨を詳細に研究し、多数の関節骨と顎骨が聴覚伝音系と歯を支える単一の歯骨とに分離することを比較形態学と系統発生学の手法で検証した。当時咀嚼器官が耳の骨に進化するなどあり得ないと大論争となったが、観察結果が歴然と咀嚼器と聴器の分離を示していた。これは原始爬虫類が顎で音を聞いていたことを示しており、進化はまさに無目的にただ力学対応でのみ起こっていることを物語っている。この分離は咀嚼運動の習得つまり骨性癒着歯のゆさぶり運動の獲得の過程で起こった力学対応である。

3. 歯と顎骨との相関性

これらの学問の基盤となる科学が、実はバイオメカニクスであることが従来等閑視されていた。歯の学問は極めて難解であり、従来のdentistryでは全く歯が立たなかったために世界的にもdental scienceでは扱われず、動物学者や古生物学者が今日でも研究している実状がある。この領域の研究に、これまでバイオメカニクスが導入されたことがなかった。そこで著者が生体力学的視点から以下のごとくにまとめた。

まず歯と顎骨との生体力学的関連性を示す経験則としてButlerの場の理論¹⁸⁾がある。これは哺乳類のみにみられる顎骨と歯の形の関連性の法則である。哺乳類の幼獣の切歯の歯胚を別の歯種の顎（犬歯または臼歯部）に移

植すると、移植した部位の歯になるというものである。つまり歯の形は歯胚の遺伝子のほかに顎の部位により決まるというものである。顎という場によって3種類の歯(切歯, 犬歯, 臼歯)に規定されるので, Butlerの場の理論と呼ばれている。実は, 歯胚という器官のもつ遺伝子は, かなり大まかな基本型のみをもち, 生える場の影響で用不用の法則によって二次的に形が決まるのである。Butlerの場の理論に生体力学を導入すればこれは容易に検証可能である。場の影響は, 個体発生の過程では, 顎運動とそれに伴う血流の分布による影響と考えてよい。つまり場の理論もWolffの法則も生体力学で生ずる形態の影響は, すべて生体内の液性の流動に翻訳され, これが流動電位に変換されて作動するのである。この理論は, 実はSimpsonの哺乳類のtribosphenic型臼歯¹⁹⁾の概念につながるものである。これをつなげるのがやはり生体力学である。Gauppの顎関節成立の法則も同じ機序でWolffの法則に則って起こるが, これも骨性癒着の歯をもつ顎の力を一手に負担していた多数の関節骨が, 聴覚伝音系の関節となり, 単一の歯骨からなる顎関節が完成するのである。そうすると顎骨の動きはどんな哺乳類もほぼ共通となり, 歯に加わる力学刺激は大略3種類に分類されることになる。釘植では, 歯に加わる力は歯冠と歯根で一度負担され, 歯根の表面ではほぼ均等に分布する。なんととなれば, 歯冠・歯根は一体となった閉鎖系を成し, 一方歯根膜腔も閉鎖系の弾性体とみてよいから, 流体力学でともにバスカルの原理が作動するのである。歯冠に加わる力に顕著な偏りがあると歯冠・歯根は力学対応してWolffの法則に則ってそれぞれに形を変える。こうしてSimpsonのtribosphenic型臼歯が, 当然力学対応で発生する。骨性癒着の歯は力学的に閉鎖系となる部分がないので形はほとんど変えられない。コラーゲン・アパタイト複合体の骨は, 閉鎖系に近い単位(関節と関節の間の骨格)では反復性の力学刺激の方向に従ってよく形を変えられるのである(もとよりある限度内でのみ)。これがWolffの法則である。Butlerの場の理論もSimpsonのtribosphenic型の臼歯の概念も, 今日では有限要素解析を用いて検証できる時代となっている(図7~9)。

4. いのちの要の蝶番—顎関節と他器官との生体力学的関連性

Gauppの顎関節成立の法則からみて, 小指頭大の顎関節は, 用不用の法則に従って収斂した多数の関節骨が聴覚伝音関節と分離して歯骨が単一になって完成するから, 関節円盤は関節骨に付着していた多数の内臓筋(鰓腸筋)の集まった筋膜であり, 7種類からなる。当然顎関節は, 7種類の内臓神経の支配を受ける。顎関節症と習慣性脱臼は生体力学によって機能の左右差で生ずる極

めて単純な疾患であるが, 内臓神経系と内臓筋由来の筋群が障害されるので, 容易に内臓疾患の心身症を発症する。咀嚼筋は鰓腸平滑筋に由来するから, この筋群の動きは, 他の横紋筋とは全く異なり蠕動運動をする。咀嚼・嚥下・表状筋は鰓腸筋由来のため互いに連動する。それで片噛みは首の傾きを連鎖し寝相を連鎖する。片噛みは口呼吸を連鎖する。すべてが連動した蠕動運動のためである。片噛み・口呼吸では軟口蓋も機能側に偏位し, 顎部リンパ節も非機能側が腫脹する。寝相・片噛み・口呼吸3つの癖で頸椎・胸椎が側湾し, 口呼吸で胸椎が前湾する。当然骨盤も傾き, 左右の片側の膝に体重が偏る。片噛みでは, 機能側の筋肉が咀嚼筋・表情筋・顎筋群に至るまで縮み, 非機能側がたるむ。鶏でいえば地鶏とブロイラーの関係になり, 顎関節の非機能側がたるんで開口時大きく前方に動く。X線像では機能側が縮小し, 非機能側がたるみ骨密度も低くなる。乳様突起の蜂巣も機能側が縮小し皮質骨の密度が高まる。断層写真では, 蝶形骨翼状突起も機能側が縮小し角度が垂直に近く, 非機能側がたるみ角度も大きくなる。非機能側では歯列弓が1日に0.1~1.5ミクロンほどずれるため咬合が不良となっている。ガム療法で歯の根が合わない患者が多いが, 訓練により1~2週間でおおかたは歯が噛み合うようになる。同時に顎関節のたるみも改善する(図10~15)。

5. 鰓腸由来の内臓頭蓋咀嚼部と全身との器官の相関性

顎口腔は内臓頭蓋の咀嚼部分であり, 気道部分が鼻腔・副鼻腔である。しかし両者とも元来が鰓腸の入り口の頭蓋を形作っていた。鰓とは何かといえば酸素と栄養と細菌を摂取して造血を行う器官である。造血器とは白血球・赤血球・リンパ球誘導器官のことである。脊椎動物以外は皮膚で呼吸を行う。

生命体はリモデリングに共軛したエネルギー代謝の渦である。この渦では酸素と栄養が重要である。この両者を取り込むのが鰓腸である。したがって生命個体内の生の営みの源となる腸の窓口が鰓である。鰓腸筋肉が顔の表情・咀嚼・嚥下・発声筋となり, 鰓腺がワルダイエル扁桃リンパ輪(白血球・リンパ球造血器), 顎洞, 胸腺, 肺となり鰓孔のspiracleが耳孔と耳管を形成する。鰓腺に極めて近縁の器官が, 眼・鼻・耳と脳下垂体, 甲状腺, 副甲状腺, 腎臓・副腎である。その他造血器官は, 脊椎動物の上陸の後にかなり自由に間葉腔内を移動するが, リンパ器が筋膜の至るところにでき, 白血球造血器が長管骨の関節頭に形成されるのが哺乳類である。したがって, ワルダイエル扁桃器と関節頭は密接な関連性をもつ。風邪で喉の次に関節(ふしぶし)が痛むのはこのためである。ムカシホヤでは腎も鰓部にあり, 造血にも関与し

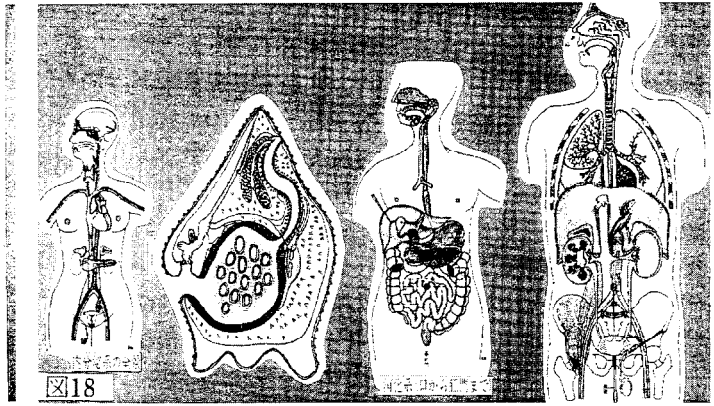
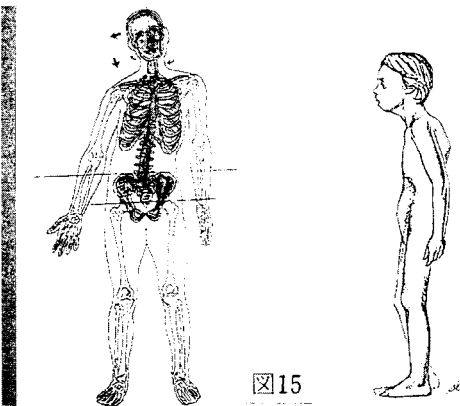
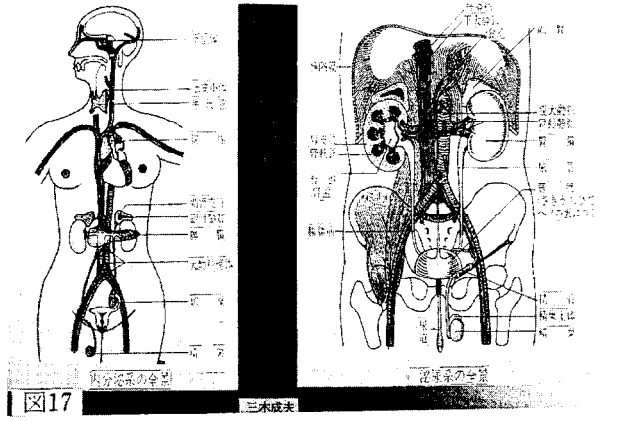
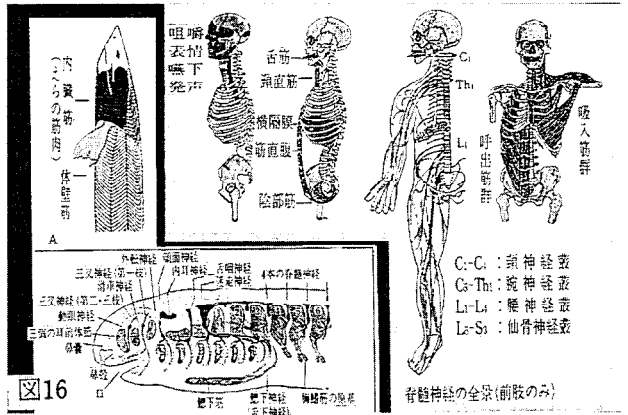
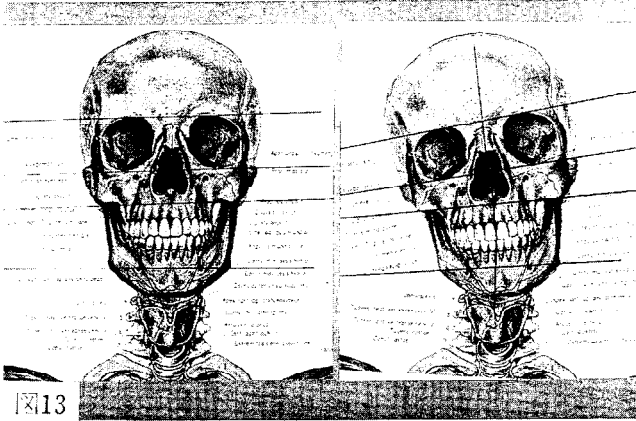


図13 片噛みによる縮小と頭の傾き (右)
 図14 片噛みは寝相と口呼吸を連鎖する。
 図15 3つの癖で脊柱は前湾と側湾が著しい。

図16 ヒトの呼吸筋はサメの鰓腸の外側の体壁筋に由来する。
 図17 横隔膜直下の腎・副腎までが鰓の範囲で、内分泌の主要部は鰓と生殖器に由来する。
 図18 脊椎動物であるヒトもホヤの体制と基本構造は同じである。

た。ヒトの腎にエリスロポエチンが存在するのは、その名残りである。

口呼吸病というのがある。口で呼吸しているだけで時に人類特有の免疫病を発症するのである。口を気道として使える哺乳類は、1歳以後の人類のみに限られる²⁰⁾。このことが世界中の医学で失念されていた。ワルダイエル扁桃リンパ輪は、太古の脳下垂体の役割を今日ヒトで行っている。太古の脳下垂体は、はじめ鼻器に開くが、やがて口腸に開き、細菌・栄養・酸素・塩類・有機物・無機物等を細胞性に捕まえてこれを循環により全身に伝達するシステムである。ワルダイエル輪では、白血球、リンパ球がこれを担当する。口呼吸では、口腔部の扁桃リンパ輪が乾燥に弱く、白血球が多量の常在菌を抱えて体中をめぐる。鼻腔に空気が通らなると、空気がよどみ鼻汁の流れが障害されて汚れが積もり耳管扁桃、アデノイド、咽腔部小扁桃が不顕性感染を生じ、多量の細菌やウイルスを抱えた白血球・リンパ球が体中をめぐる。口呼吸のみでは免疫病は発症しないが、睡眠不足で骨休めを怠ると種々様々な難治性の疾患を発症する。難治である理由は、骨休めを怠ったまま治そうとするから治らないのである。

今日の医学と生命科学には、ニュートンの万有引力の法則の発見以来、重力の作用が完全に失念されていた。この業界で重力作用の重要性を再発見したのが著者である。骨髄造血の系統発生の謎を解明した結果、Rouxのバイオメカニクスを再発見することができたのである。脊椎動物は、重力対応によって進化した。咀嚼も重力対応で成り立っている。昆虫は水中の流体から空気中の流体内で生きる術を選んだ動物である。したがって重力対応がほとんどないから、摂食は水平方向で嚙む。重力対応とは動物の体の動きで生ずる主応力線の走行と重力方向の合成で形態が決まることをいう。形態はある範囲内でWolffの法則に従う²¹⁾。それで脊椎動物の体制は頭進により口肛の二極化がおり、背腹の二極化とともに咀嚼器の上下一極化がおこる。陸棲の脊椎動物は四足歩行が原則である。鳥類は昆虫に近く、空気の流体の中に生活の中心をおくから二足でも真獣類の二足である人類とは本質的に異なる。人類の二足歩行は、脊椎動物5億年の力学対応のすえの進化の思いもよらない構造欠陥を生じたシステムである。真獣類で最も相対寿命の短いのが、人類である。これは2つの人類特有の構造欠陥による。直立では四足に比べ、重力作用が2Gを受けるほどの位置のエネルギーが必要となる。1日のうちに最低1/3日は横臥による骨休めが必須である。それでも真獣類の相対寿命のスタンダードは無理である。一般にこの宗族は成長完了期の最低5倍は寿命があるが、人類は8時間睡眠をしてもやっと3.5倍ほどしか生きられない。人類が

形態学的に成長が完了するのは24歳である。今の犬や猫は10~15倍生きるものもいる。もう1つの構造欠陥がことばを習得したために生じた口で呼吸ができることで、これが免疫病の本当の原因であった。「口がわざわざのもの」とならないために正しい生活習慣を身につけ、わが国で50年前の敗戦までつちかわれていた正しい姿勢と躰を取り戻さなければならない。食べることと寝ることを世界中で最もおろそかにしているのが、今日の日本人である。戦後50年が経過し、最も大切にしなければならない自身の身体をこれほどまでに粗末にあつかい、つらくて得になると思うことを無制限に押し進めてきたがめつい日本人は、身体もこの国の制度もがたがたになってしまった。小さく得をしようと思ってがめつく頑張った大損をしたのがわが愚かな日本人である。命の大元になる食べることと寝ることを大切に、生命の躍動する生活を早急に取り戻さなければならない。今までは勉強や仕事のために生命を無駄使いしてきたのである。寝相、片噛み、口呼吸3つの癖を矯正し、自身の生命をより生き生きとさせるための勉強や仕事というように、価値観を大きく変換しなければならない。脊椎動物の源の生命は顔の源のムカシホヤであり、顔は生命を代表する器官である。顔の使い方で生命は決まる。正しい顔の使い方を解明すること、これが「咬合とバイオメカニクス」というテーマの解である(図15~18)。

文 献

- 1) Roux, W.: Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismus, Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1895.
- 2) 三木成夫: サンショウオに於ける脾臓と胃の血管とくに二次静脈との発生学的関係について, Acta Anat Nipp, 38: 140~155, 1963.
- 3) 三木成夫: 脾の起源—胃腸循環のいかなる場か発生したものか?—, 医学の歩み, 47: 469~477, 1963.
- 4) Miki, S.: Genesis of the splenic vein, Vascular Neuroeffector, ed by John A Bevan, 195~201, Raven Press, New York, 1983.
- 5) 三木成夫: 脾臓と腸管二次静脈との関係—エワトリの場合—, 解剖学雑誌, 40: 329~391, 1965.
- 6) 三木成夫: 生命形態学序説—根源形象とメタモルフォーゼ—, シェーマ原図, 29, うぶすな書院, 東京, 1993.
- 7) Nishihara, K.: What is the viscerocranium from the standpoint of vertebrate evolution?, Journal of Oromaxillofacial Biomechanics, 1(1): 73~78, 1995.
- 8) 西原克成: 顔の科学, 日本教文社, 東京, 1996.
- 9) Nishihara, K.: The basic construction of vertebrates, structural defects in the human body and a new concept of the immune system, Journal of Oromaxillo-

- lofacial Biomechanics, 1(1) : 79~86, 1995.
- 10) 西原克成 : 生物は重力が進化させた, 1 版, 講談社, 東京, 1997.
 - 11) 西原克成 : 現代医学の盲点と生命科学の統一理論 <7> 混迷の進化論と正しい進化学① ごちゃ混ぜ進化論, 治療, 80(2) : 145~151, 1998.
 - 12) Halsteas, L. B. (田隅本生 監修) : 脊椎動物の進化様式, 46, 61, 第 1 版, 法政大学出版局, 東京, 1984.
 - 13) 藤田恒太郎 : 哺乳類の歯の系統発生, 科学, 28 : 611, 1958.
 - 14) Nishihara, K., Jiang, L., Kobayashi, T., Yanai, A. and Nakagiri, S. : Studies on functional effect of hydroxyapatite artificial root upon surrounding tissue-new concept for bone-bioceramics jointing system-, Bioceramics, 5 : 333~342, 1993.
 - 15) Reichert, W. : Archiv für Anatomie, Physiology und wissenschaftliche Medizin, 120~222, 1837.
 - 16) Gaupp, V. E. : Beiträge zur Kenntnis des Unterkiefers der Wirbeltiere, II Die Zusammensetzung des Unterkiefers der Quadrupenden, Anatomischer Anzeiger, 39(17, 18) : 433~472, 1911.
 - 17) Gaupp, V. E. : Beiträge zur Kenntnis des Unterkiefers der Wirbeltiere, III Das Problem der Entstehung eines sekundären Kiefergelenkes bei Säugern, Anatomischer Anzeiger, 39(23, 24) : 609~666, 1911.
 - 18) Butler, P. M. : 1. Studies of mammalian Dentition Differentiation of the postcanine Dentition. Proc. Zool. Soc. 109 : 1-13, 1939.
 - 19) Simpson, J. J. : Studies of the earliest mammalian, Dental Cosmos, 78(8) : 791~800, 1936.
 - 20) 西原克成 : 現代医学の盲点と生命科学の統一理論 <9> 口呼吸病, 治療, 80(5) : 145~156, 1998.
 - 21) Wolff, J. : Ueber die Theorie des Knochenschwundes durch vermehrten Druck und der Knochenanbildung durch Druckentlastung, Archivs für Klin Chirurgie, 42 : 302~324, 1891.