

各種矯正装置の特徴と使い方

— 顎顔面歯列の成長発育を利用した咬合誘導

第6回

急速上顎拡大装置

こいし
小石ごう
剛¹なか じま たか とし
中島隆敏²きく ち さ え こ
菊地紗恵子³

1 こいし歯科 〒563-0058 大阪府池田市栄本町9-2-A
 2 なかじま歯科クリニック 〒573-0046 大阪府枚方市宮之下町7番22号 ABCセンター1階
 3 浦安プランデンタルクリニック 〒279-0002 千葉県浦安市北栄3-2-3 KISMET浦安1F

急速上顎拡大とは

上顎拡大法は拡大速度によって大きく3つに分けられ(表1), その中で最も早い速度で拡大する方法が急速上顎拡大(Rapid Maxillary Expansion: RME)である。一般的に拡大ネジ付きの固定式拡大装置を用い, 2~4kgの比較的強い間歇的な力によって上顎の歯槽基底弓および歯列弓の側方拡大を行う方法で¹⁾, 0.2~0.4mm/日の速度で拡大し, 正中口蓋縫合を離開, 同部を新生骨で満たすことによって骨格性の問題を改善できる²⁾。

急速上顎拡大の原点は1860年のAngell ECの報告で^{1,3)}(図1), 正中口蓋縫合は離開可能と述べて以来, 20世紀前半までは離開可能か, 不可能かが論点であった。急速上顎拡大は一時衰退したが, 第二次世界大戦後, korkhausが本装置(図2)を米国に紹介し, エッジワイズ法のAngle学派が取り入れ, 再認識された。その後, Haas AJらがその有効性について報告し, 広く利用されるもととなった。

急速上顎拡大の活性化メカニズムは, 1950年代よ

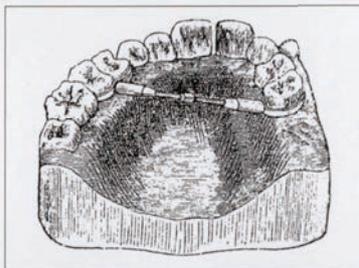


図1 1860年, Angell ECによって発表された歯列拡大装置。急速上顎拡大装置の原点(文献3より)。

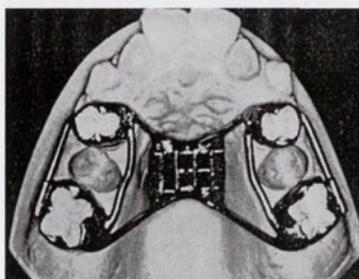


図2 1960年, Korkhausによって発表された急速上顎拡大装置, Hayraxの原点。

り動物実験から正中口蓋縫合が離開することが報告されてきた。Starnbachらは, 正中口蓋縫合だけではなく, 上顎骨周囲の多くの縫合部に影響を与えることを報告し, 後に多くの研究者によって確認された。しかし, この方法は劇的に上顎正中口蓋縫合を開き十分な拡大効果が望める反面, 固定歯の歯肉退

上顎拡大：拡大速度による分類（表1）¹⁾

比較	急速上顎拡大	セミラピッド上顎拡大	緩徐上顎拡大
拡大速度	0.2～0.4mm/日	1.0mm/週	0.2mm/日以下
矯正力	キログラム単位	記載なし	グラム単位
拡大に要す期間	2～3週間	数カ月	数カ月～年
歯の傾斜	少ない（歯体移動的）	少ない（歯体移動的）	多い（傾斜移動的）
主な変化部位	正中口蓋縫合	正中口蓋縫合～歯槽突起	歯槽突起
歯槽基底部	拡がる	拡がる	拡がることは少ない
再発（後戻り）	少ない	少ない	多い

参考文献1より引用

急速上顎拡大装置の種類



図3-a Haas type maxillary expansion appliance. 1961年, Haas AJ により発表された。長所は, レジン床があるためフレームのたわみが少ない。また, 口蓋および臼歯部歯槽堤に力が作用し, 口蓋骨および歯槽骨体とともに歯が移動するため, 歯体移動させることができる。短所はレジン床下が不潔域となり, 口蓋粘膜に発赤・腫脹などの炎症を生じやすい。



図3-b Hyrax type maxillary expansion appliance. 1960年, Korkhaus によって発表された急速拡大装置（図2）が原点で, 1968年に Biederman W によって Hayrax (Hygienic appliance for rapid expansion) と名づけられた。長所は自浄性がよいこと, 短所は維持バンドやフレームがたわみやすく, 歯が傾斜移動しやすい。



図3-c McNamara type maxillary expansion appliance. 1982年, Howe RP によって発表された。混合歯列期に用いると脱離しやすいHyrax type を改良し, 臼歯部を金属フレームで開い, 咬合面をレジンで被覆し, 歯面と接着固定する。長所は混合歯列期で外れにくく, 維持バンドとフレームの変形が少なく, 治療期間中の歯の挺出が避けられる。短所は撤去時, 歯をいためないように注意が必要。

縮や上顎切歯の正中離開, 顔貌の変化などを十分理解したうえで細心の注意を払いながら治療を進めていく必要がある（図5）⁴⁾。

また, 正中口蓋縫合部の開裂に伴い正中離開が生じるが（図5）, 上顎中切歯間の transseptal fibers（歯間水平線維）の存在により, 拡大後の保定期間中に正中側に傾斜移動し, 正中離開は自然治癒する。

急速上顎拡大装置の種類

現在使用されている急速上顎拡大装置には, Haas type, Hyrax type, McNamara type の3種がある（図3）。矯正力を骨に最大限に伝えるためにさまざまな種類の装置が開発されてきたが, それぞれに長

所・短所があり, 使用目的に応じて, または歯科医師の好みで使い分けられている。

急速上顎拡大の適応症

上顎の狭窄を伴う叢生, 交叉咬合, 反対咬合などが適応症として挙げられ（図4）, 上顎の水平面の骨格性問題に起因する不正咬合に対して, 適切な診断のもとで使用すれば, 咬合誘導（早期治療）の選択肢の1つとして有効な装置である⁴⁾。しかし, 骨格性成熟度が高まるにつれ縫合部の嵌合が進み⁵⁾, 歯体移動でなく, 傾斜による移動成分が多くなるため, 治療開始時期が治療効果に影響するということを忘れてはならない。

急速上顎拡大装置の適応症



図4-a 上顎狭さを伴う叢生。



図4-b 上顎狭さを伴う交叉咬合。



図4-c 上顎狭さを伴う反対咬合。

急速上顎拡大前後の歯列および頭蓋骨の様相



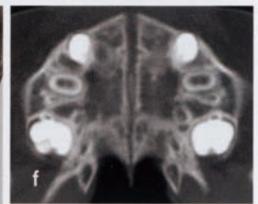
a 8歳7カ月(初診時)



b



e



f



c 8歳9カ月(拡大中)



d

図5 急速上顎拡大期間5週間 (a~d)。

正中口蓋縫合の開裂に伴い正中離開が生じるが、上顎中切歯間の transseptal fibers の存在により、拡大後の保定期間中に正中側へ傾斜移動し、正中離開は自然治癒する。固定歯の歯肉退縮や上顎切歯の正中離開、顔貌・頭蓋骨格の変化などを十分に理解したうえで、細心の注意を払いながら治療を進めていく必要がある。e と f は別症例だが、正中口蓋縫合離開の典型例として示す⁶⁾。

急速上顎拡大+アンカースクリュー



図6 装置と口蓋骨をアンカースクリューで固定する。

急速上顎拡大+上顎前方牽引装置



図7 上顎前方牽引装置 (MPA)。

上顎前方牽引装置 (Maxillary Protraction Appliance : MPA) は鼻上顎複合体の前下方への成長を刺激する作用がある。また正中口蓋縫合を拡大すると、前下方に向かって通常よりも大きく移動することが知られている⁷⁾。そのため、筆者らは骨格性3級の咬合異常において急速上顎拡大とMPAの併用を行っている。

また近年に至り、固定歯に負担が少ないアンカースクリューを利用した装置も開発されている (図6)。さらに、急速上顎拡大装置に上顎前方牽引装置 (Maxillary Protraction Appliance : MPA, 図7)

を併用し、中顔面の骨の変化を誘発させ、成長期の重度骨格性反対咬合の治療で効果を上げた、という報告もある⁸⁾。

急速上顎拡大装置の作製

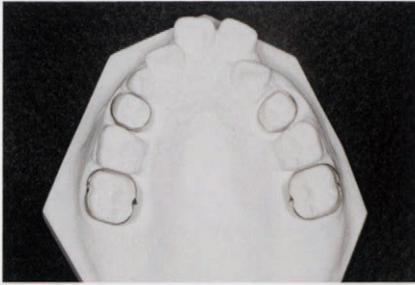


図8 歯への維持バンド試適。歯より少し大きめのバンドを選択する。今回は模型で提示しているが、実際は口腔内で行う。



図9 アルジネート印象材で印象採得。印象面に維持バンドを戻し、瞬間接着剤などで固定する。

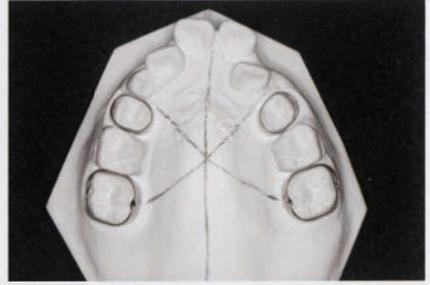


図10 設計線を記入する。拡大スクリューを正しく設定できるよう、口蓋縫線と、第一小臼歯または第一乳臼歯の近心から第一大臼歯の中央部を結ぶ線を記入する。

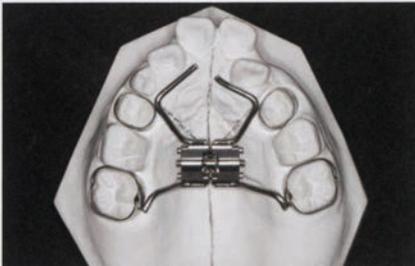


図11 拡大スクリューの屈曲。拡大スクリューは設計線の交点に設置する。拡大スクリューから口蓋粘膜までのクリアランスは2～5mmとする。

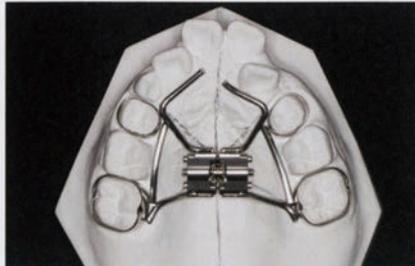


図12 連結用ワイヤーの屈曲。最終的な拡大スクリューの位置を確認する。



図13 拡大スクリュー、維持バンド、連結用ワイヤーをろう着する。装置に掛かる強い矯正正力に備え、十分にろうを流す。



図14 研磨、完成。

技工操作

①バンドを掛ける固定歯の選択

乳歯列では第二乳臼歯、混合歯列では第一大臼歯、第一乳臼歯、永久歯列では第一大臼歯、第一小臼歯を固定歯として選択する(図8)。

②バンド印象と作業模型の製作

少し大きめのバンドを固定歯に圧入し、アルジネート印象材にて印象を採得する。印象面にバンドを戻し、ワックスや瞬間接着剤で固定の後、普通石膏を注入する(図9)。

③設計

設計線を記入し(図10)、ワイヤーベンディングを行う。拡大スクリューの位置は、口蓋縫線と、第一小臼歯または第一乳臼歯の近心から第一大臼歯の中央部を結ぶ線を引き、その交点とする。前脚は犬歯と第一小臼歯の歯間を経て犬歯、症例によっては側切歯まで屈曲する。後脚は第一大臼歯舌側の中央から遠心に向かうように屈曲し、屈曲直後で切断する(図11・図12)。

拡大スクリュー本体から口蓋粘膜までのクリアランスは2～5mmが必要である。スクリュー本体の傾斜は、前後的には口蓋の傾斜に応じて上顎咬合平面と平行～口蓋粘膜の傾斜の間に設計するが、左右への傾きは禁忌とする。

④ろう着

銀ろうにて、脚と架橋線をろう着する(図13)。

⑤完成

研磨し、完成させる(図14)。

症例1：骨格性1級・上下顎前歯部叢生

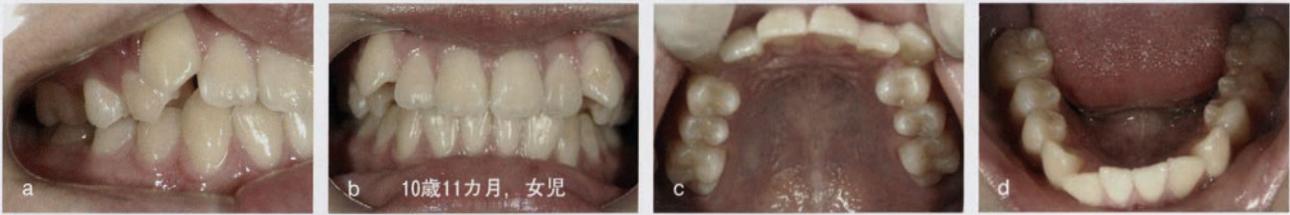


図15 初診時。3|3低位唇側転位と下顎前歯部の叢生を主訴に来院。上顎が狭窄している場合、下顎前歯部の叢生や臼歯部の舌側傾斜がみられることが多い。



図16 急速拡大終了時。上顎は側方へ拡大しながら、下顎はリンガルアーチにて臼歯部舌側傾斜および叢生の改善を行った。



図17 マルチブラケット装着1カ月。最終的な咬合の緊密化には急速上顎拡大装置だけでは困難なため、マルチブラケット装置を用いる。



図18 動的治療終了時。マルチブラケット装置を用い、最終的に緊密な咬合を獲得した。このケースでは患者の強い希望により非抜歯で治療を行ったが、「拡大治療=非抜歯」という考え方にこだわらず、便宜抜歯の必要性も念頭において治療を行うことが重要である。

症例1：骨格性1級・上下顎前歯部叢生

10歳11カ月，女兒。3|3の低位唇側転位。上下顎の叢生を認め，側方頭部エックス線規格写真より，SNA 79.0，SNB 76.1で骨格性1級であった。

上顎は急速拡大により側方拡大（0.2mm／日で4週，計5.6mm）することで側方歯群のスペース確保

を行った。急速上顎拡大装置の装着期間は6カ月だった。拡大終了時から装置撤去までを5カ月としたが、この保定期間が後戻り防止のために重要である。その後、1年間のマルチブラケット装置による全顎矯正を行い、緊密な咬合を獲得した。

症例 2：骨格性反対咬合・上下顎前歯部叢生

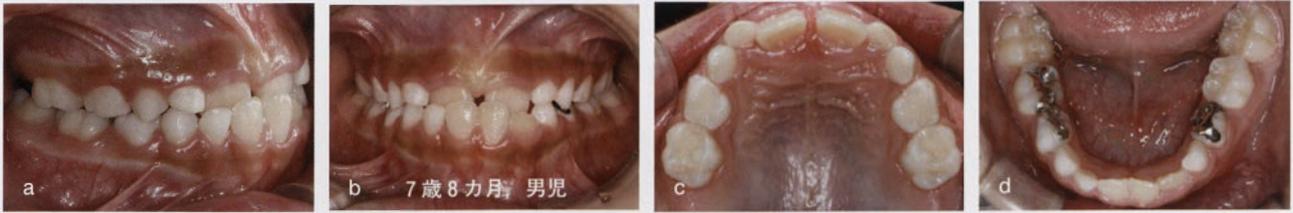


図19 初診時、前歯の反対咬合を主訴に来院。



図20 急速上顎拡大装置（前方牽引併用）装着。咬合面にレジンを添加し（トランスボンド™ / 3M ユニテック）咬合挙上することで被蓋が改善しやすくなる。



図21 術前・術後の顔貌写真。

a・b：初診時，7歳8カ月。

c・d：急速上顎拡大+上顎前方牽引後，9歳8カ月。前方牽引は約1年間，1日8時間以上にわたって継続使用した。その後は経過観察を続けている。中顔面の陥凹感がなくなり，保護者も大変喜ばれている。

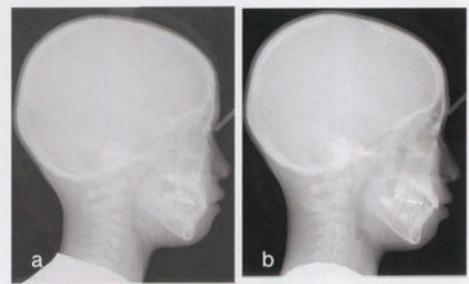


図22 術前・術後のセファログラム。

a：初診時，7歳8カ月。

b：動的治療終了後，経過観察中，10歳7カ月。



図23 前歯部被蓋改善時（経過観察中）。手骨のエックス線等を参考に，下顎の成長を注意深く見守る必要がある。

症例 2：骨格性反対咬合・上下顎前歯部叢生

7歳8カ月，男児。前歯部反対咬合。セファログラムからも骨格性反対咬合を呈する。拡大と同時に前下方へ上顎前方牽引を行い，被蓋の改善を行った。上顎骨の発育余地が残っている時期に被蓋を改善す

ることで，成長発達を正常な軌道に乗せることが可能になる。上顎前方牽引は約1年間，1日8時間以上にわたって継続使用した。なお，下顎の成長のピークを迎えるまで顎間関係を見守る必要がある。

症例3：上顎前突・上下犬歯萌出スペース不足



図24 初診時. 上顎前突を主訴に来院.



図25 上顎は急速拡大により側方拡大 (0.2mm/日で5週, 計7mm) を行った. 急速拡大時初期に1|1間の離開がみられるが自然閉鎖した.



図26 FKOを用い, 顎間関係の改善を行う. 装着期間は10カ月であった.



図27 上下歯列の叢生も改善され, 顎間関係およびスピーの彎曲も改善されている.

症例3：上顎前突・上下犬歯萌出スペース不足

10歳5カ月, 女児. 上顎前突と犬歯の萌出スペース不足を認める. 上顎は急速拡大装置で拡大し, 下顎はリンガルアーチを用い, 臼歯部の整直とともに叢生を改善した. 上顎の狭窄が原因で下顎が後方に後退しているケースでは, 上顎を拡大することで下顎が前方に移動しやすくなる. そのうえでFKO (アクチバトール) を用い, 顎間関係の改善を行った. 永久歯の萌出が完了するまで経過を観察し, 必要があればマルチブラケット装置により咬合の緊密化を図る予定である.

装置使用上の注意点

スクリューキーを用いて拡大ネジの回転を行うが, この操作は保護者または患者が行うので, 十分な指導が必要である.

〈利 点〉

- ・固定式のため, 患者の協力度にかかわらず, 確実な効果を得ることができる.
- ・正中口蓋縫合が離開し, 歯槽基底を拡大することが可能.
- ・歯の傾斜は少なく, 歯体移動的である.

〈欠点〉

- ・清掃不良により、カリエスや歯肉炎になりやすい。
- ・装置を装着した直後は異物感が大きく、摂食嚥下が困難となる。
- ・拡大時に痛みを伴うことがある。
- ・固定歯に負担がかかり、歯肉退縮、歯槽骨の吸収が生じることがある。
- ・急速拡大後、正中が離開するため、上顎中切歯間が大きく開き、一時的に審美性が悪くなる。
- ・急速拡大後、装置をすぐに除去すると、急激に後戻りする。

まとめ

急速上顎拡大装置は固定式で、歯を歯槽骨内で移動させるオルソドンティックな作用ではなく、オルソペディックな作用、すなわち上顎基底骨の変化による骨格性の改善を目的とする。拡大ネジの機械的作用により、基底骨から歯列および歯槽骨を上げていく。そのため拡大作用時間は間歇的であるが、スクリューの拡大終了後も装置内のワイヤーに溜まった応力が拡大力になり、「間歇的+持続的な力」という考え方もある¹⁾。

成長発育が旺盛な小児期は、拡大の効果が最大に発揮できる貴重な時期である。急速上顎拡大によって骨格の形態を改善することは、正常な筋機能も獲得しやすいと筆者らは考えている。咬合誘導に取り入れようと考えておられる先生にとって、固定式であるため、確実な効果が得られる装置であるが、顎顔面発育を正しく理解したうえで、正確な資料採得、診査・診断を行い治療方針を決定しなければ、治療を開始してはいけない。

また、咬合誘導において、上顎を拡大するだけでなく、下顎との顎間関係をみるのが大切である。筆者らは下顎の歯軸改善のためにリングルアーチ、上下顎間関係の改善のためにFKOやMPAなどを使用して咬合の安定を図っている。これら一連の治

療は、成長発育とともに行われるため、歯科医師が患者のささいな変化も見逃さず保護者とともに患者の成長発育に寄り添い、見守っていく必要がある。

前述のように、急速上顎拡大装置は成長期に使用すると非常に有効な装置である。しかしながら、咬合誘導（早期治療）だけでは緊密な咬合を得られず、治療が完結することも少ないため、2期治療を考慮して矯正専門医との連携や、他の矯正治療の技術を習得することは必須である。そしてこれからの矯正治療は、形態や審美だけを重視するのではなく機能的な分野にも目を向けていくことが重要であると考えている。また、近年、画像診断機器の普及と発達により、急速上顎拡大による鼻腔通気度の改善^{9,10)}や睡眠時無呼吸症候群（Obstructive Sleep Apnea Syndrome：OSAS）に対する効果など、さまざまな機能面での副次効果が報告されている¹¹⁾。これらは長期経過報告が少ないなど、エビデンスが確立されていないのが現状であるが、さらなる研究により急速上顎拡大を含む咬合誘導（早期治療）が子どもたちの輝く未来のために寄与できることを望みたい。

参考文献

- 1) 岡崎和夫：GPのための咬合誘導 効果的な歯列拡大と床矯正の限界。74-97、クインテッセンス出版、東京、2014。
- 2) 高田健治：Elements of Orthodontics. 256、メデジットコーポレーション、大阪、2010。
- 3) Weinberger BW：Orthodontics an historical review of its origin and evolution. C. V. Mosby Company, St. Louis, 1926。
- 4) McNamara JA Jr., 黒田敬之 監訳：歯科矯正治療と顎顔面矯正治療。209、東京臨床出版、東京、2006。
- 5) McNamara JA Jr., 黒田敬之 監訳：歯科矯正治療と顎顔面矯正治療。100、東京臨床出版、東京、2006。
- 6) 黒江和斗：顎顔面矯正治療のすすめ。日本歯科評論、74 (9)：39-48、2014。
- 7) 高田健治：Elements of Orthodontics. 250-251、メデジットコーポレーション、大阪、2010。
- 8) 黒江和斗：急速拡大装置を用いた顎顔面矯正治療—混合歯列期の骨格性反対咬合。矯正臨床ジャーナル、24 (3)：99-110、2008。
- 9) Wertz RA：Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. Am J Orthod, 58：41-46, 1970。
- 10) 菊地紗恵子ら：上顎急速拡大による鼻腔通気の改善効果。日本小児呼吸器学会雑誌、26 (suppl)：129, 2015。
- 11) Pirelli P, et al：Rapid maxillary expansion (RME) for pediatric obstructive sleep apnea：A 12-year follow-up. Sleep Med, 16 (8)：933-935, 2015。