

## 二足歩行となったヒトの分娩

### ～“頭位での分娩”：頭位で分娩となる必然性、合理性に関する考察～

Delivery of Bipedal Hominis

～“ Vertex Presentation and Delivery ”：It's Inevitability, Rationality and Changes for Adaptation ～

かば記念病院 産科 成瀬 寛夫

キーワード：二足歩行, ヒト, 分娩, 頭位, 適応

Key words: bipedalism, human, delivery, vertex presentation, adaptation

### 【要旨】

二足歩行となったヒトの分娩は「頭位で分娩となる(頭位分娩:頭から生まれてくること)」を基本とし、児は複雑化した分娩機序を駆使して骨盤腔を回転しながら頭から生まれてくる。その分娩過程を進化から検証すると、「頭位で分娩となる」ことの意味、その必然性や合理性と適応への変化が理解しやすい。

- 1) ヒトの近縁種(動物)は頭から生まれている。この事実と狭鼻猿の分岐図をみると、ヒトでは「頭位で分娩となる」方向へ進化することがあらかじめ定まっていたことがわかる。
- 2) 直立二足歩行と脳の増大がもたらす文明と言うヒトの特徴を備える過程で、胎児の頭の増大と骨盤形態の変化、双方の折り合いをつけながら進化し、複雑化した現在のヒトの分娩機序に到達した。
- 3) 「頭位で分娩となる」方向性を支える事象として、生理的早産での分娩(児頭の応形機能と出生後の脳の成長など)があり、最近では、胎児の頭蓋骨と母体の骨盤骨が互いに呼応して変化する現象(共変動)、分娩周辺期における胎児鎖骨の成長減速と出生後の成長加速が報告されている。
- 4) 分娩初期に頭位で屈位をとることは児頭の応形機能を最大限に活かす点、胎児が屈曲姿勢をとり自らの体積を小さくする点、力学的に子宮頸管を刺激、拡張する点からも合理的である。子宮口の開大・展退を促す胎胞(児頭より前の羊水腔)形成に関しても屈位であることが有利であり、生息環境に適した呼吸の確立などからみても「頭位で分娩となる」ことの合理性が推測される。

ヒトでは、進化の分岐図から「頭位で分娩となる」方向性が前提にあり、小さかった脳が大きくなるにつれ、骨盤との間で幾度となく調整が加わり、現在の分娩機序に至ったものと考えられる。

### 【はじめに】

ヒトでは、二足歩行を開始し、脳が増大してきたことにより、分娩がより複雑になったとされる。分娩機序(第1回旋から第4回旋)は軸を定めた2次元的な回転を表現しているが、実際の児の娩出は、軸の偏位(ぶれ)・捻れ(分娩進行の妨げとなることもある)を含めた3次元的な児頭、それに続く体幹(含、上肢)・下肢の骨盤腔内の回転、通過である。その過程が、動物と比較してより複雑化することにより、児の顔が母体の背側を向くような結果になったと考えられる(サルでは児顔が母顔の顔を見るような体勢で生まれてくる。)<sup>1)</sup>。

さらに、頭部の増大ばかりではなく、二足歩行により骨盤は横幅が広く、高さが低い器型となり、動物では円筒形に近い体幹がヒトでは左右に長く、前後に短い円筒形を押しつぶしたような形態になってきた。この影響は、児頭の回転のみならず、後続する体幹、特に肩の骨盤通過を考えて、3次元的に回転する格好で胎児が娩出される機序へと進化してきたのである<sup>1)</sup>。

本稿では、ヒトの分娩が「頭位で分娩となる(頭位分娩:頭から生まれてくること)」ことを基本とする理由:「なぜヒトは頭から生まれてくるのか?」について、様々な角度から考えてみた。

## I. ヒトが「頭位で分娩となる」必然性

### 1) ヒトの生物分類学上の位置

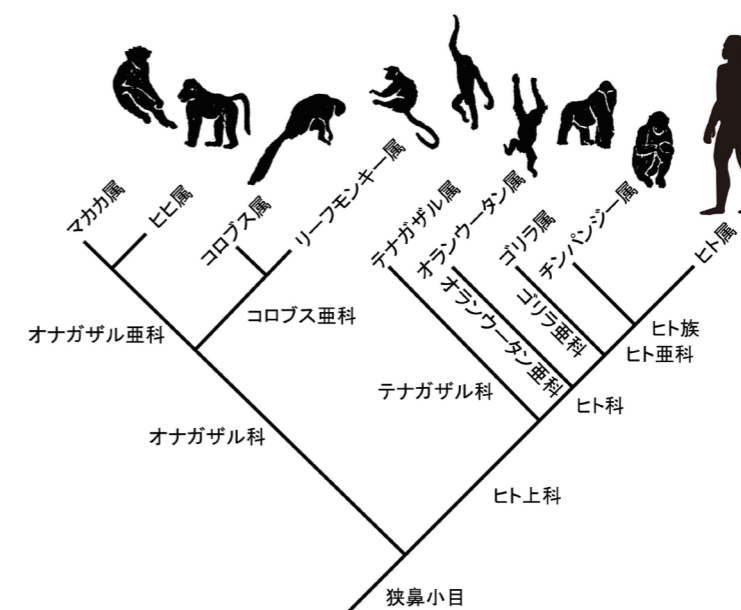
形態学的研究や分子学的研究(遺伝学的研究)から動物としてのヒトを考える場合、類人猿(アフリカ類人猿であるチンパンジーとゴリラ、アジア類人猿であるオランウータン)などと同じ先祖から分岐し、その近縁性が知られている(進化の考え方については付録1参照)。

ヒトの生物学分類学上の位置を、狭鼻猿(狭鼻小目)の分岐図(図1)<sup>2)</sup>とヒト科の分類(表1)からみてみる。ヒト科の現生種はオランウータン、ゴリラ、チンパンジー(含、ボノボ)、ヒト(現代人)であり、絶滅種を含めてヒト亜科をみると、「猿人(約500～600万年前に出現した初期の人類:アウストラロピテクスなど)」、「原人(約180万年前に出現:ホモ・エレクトスなど)」、「旧人(約20万年前に出現:ホモ・ネアンデルターレンシスなど)」、「新人(約3～4万年前に出現し、ホモ・サピエンスである現代人に至る)」と進化をしてきたことがみてとれる。

二足歩行となったヒトの分娩を考えるに際して、ヒトとしての特徴である「直立二足歩行」、「石器の制作」(二足歩行となり両手が自由に使えるようになった結果)、「言語の獲得(社会性、コミュニケーションの確立)」と脳容量、ヒト族(ヒト亜科)の関係を図2に示した<sup>3)</sup>。また、脳容量の増大と密接に関係する加熱調理については、「火の使用」=「加熱調理」と判断しがたいことから幅を持たせて示した。

注意)ヒト科の生物の出現時期と分類に関して

出現時期、分類とも、論文・成書でも幅や学問的分野による違いが認められることから、本稿では「産科学的にヒトの分娩を理解する」立場から検索した結果を採用した。

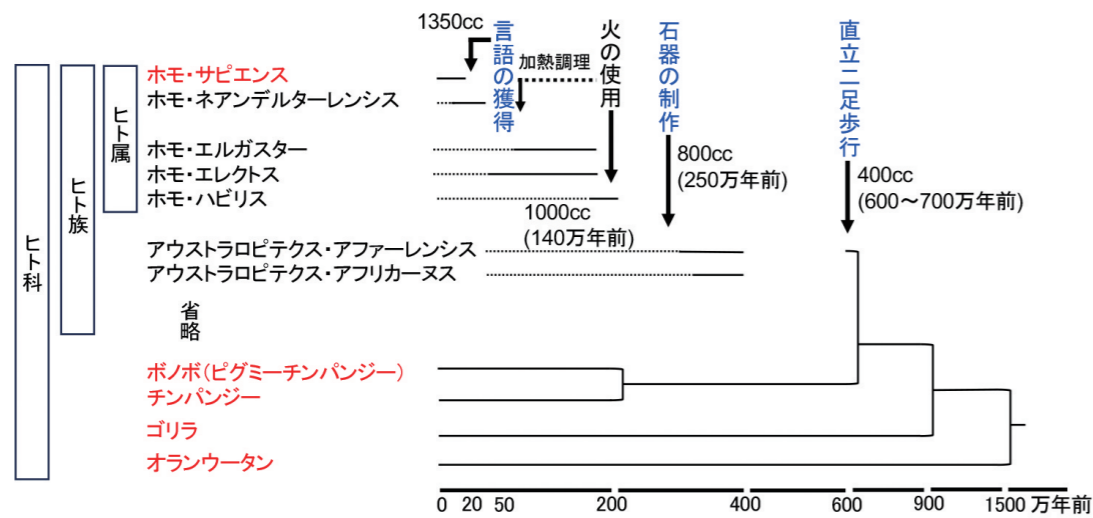


264の形態学的特徴を基に作成されたヒトと近縁にある種を示した分岐図である。

図1 狭鼻猿(狭鼻小目)の分岐図(ヒトの近縁種の分岐図、文献2を改変)

表1 ヒト科の分類(現生種は赤字で表示)

ヒト科	オランウータン亜科 ゴリラ亜科 ヒト亜科	ゴリラ族 チンパンジー族 ヒト族	オランウータン属 ゴリラ属 チンパンジー属 一部省略 アウストラロピテクス属 ケニヤピテクス属 パラントロプス属 ヒト属	オランウータン ゴリラ チンパンジー ホモ・ハビリス ホモ・エレクトス ホモ・エレガスター ホモ・ネアンデルターレンシス ホモ・サピエンス
-----	----------------------------	------------------------	---	--



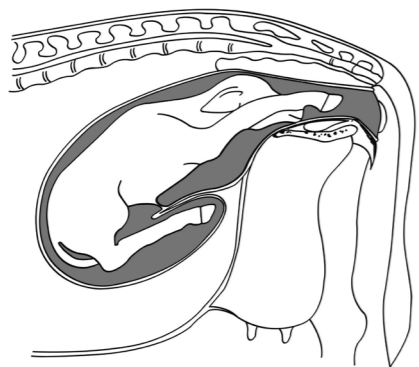
ヒト科の系統とおおまかな分岐を示した(現生種は赤字で表示). 横軸に時代(万年前)をとり, 横の点線は絶滅したことを示し, 実線は種の存在したおおまかな時期を示した. 縦にヒトの特徴, 「直立二足歩行」と文化的な生活(「石器の使用」・「火の使用」・「言語の獲得」)の出現年代とその時期の脳容量を示した.

図2 ヒト科の系統図・獲得したヒトの特徴と脳容量(文献3を改変)

## 2) ヒト近縁の動物が「頭位で分娩となる」事実

単胎で生まれてくる現生種の動物の分娩をみてみると, チンパンジー<sup>4,5)</sup>, ニホンザル<sup>6)</sup>, オナガザル(含, ゲラダヒビ)<sup>7)</sup>, アカゲザル<sup>8)</sup>など霊長類(ヒトを含めたサル類図1参照)の分娩は基本的に「頭からの分娩」であることが報告されている.

さらに種を越えて, 経済性の観点からウシ, ウマ(特に競走馬)については, オンライン上で詳細な情報が得られる. 多くは「頭からの分娩」に準じている. 子ウシは, 分娩が近づくと子宮内においてあまり動かなくなり, 頭と前足を産道の方へ向けて生まれる準備をする. 最初は腹部が上であるが, 一次破水(尿膜の破綻)のころには横向きになり, 二次破水(羊膜の破綻)が終わってやっと腹部が下になり, 前足と頭から分娩となる(図3)<sup>9)</sup>.



子ウシは, 分娩が近づくと子宮内において, 最初は腹部が上であるが, 一次破水(尿膜の破綻)のころには横向きになり, 二次破水(羊膜の破綻)が終わってやっと腹部が下になり, 前足と頭から分娩となる. 尿膜や羊膜が形成する胎胞が子宮頸管を開大させた後に破水すること(適時破水)は自然な分娩(人の手を介さない分娩)にとって重要である(ヒトに関しては図7参照).

図3 子ウシの正常な胎位(2次破水後)(文献9を改変)

## 3) 骨盤形態と児頭の関係からみるヒトが「頭位で分娩となる」方向で進化した系譜

二足歩行となったヒトの分娩を考える上で重要なのは, 「産科的ジレンマ(二足歩行とスムーズな分娩の両立の難しさ)」と言われている「骨盤形態(横幅があり, 高さが類人猿より程よく低くなった器型の骨盤)」と「児頭(胎児の頭は脳の増大の影響を受ける)」の関係である<sup>10)</sup>. 分娩にとって骨盤が大きくなることは有利だが, 妊娠の有無にかかわらず二足で歩くことや少しでも速く走ることを考えると, エネルギー供給(食事内容:種類と摂取方法)の観点から自ずと骨盤の大きさに制限がかかる. そのような制約の元, 骨盤形態と児頭とのバランスをとりながら, 分娩は現在に至っている.

図4に絶滅種である猿人(アウストラロピテクス・アファレンシス)・原人(ホモ・エレクトス)と現生種である新人(ホモ・サピエンス)の脳容量(絶滅種では化石人骨からの推定値)の変化と骨盤形態を年代順にプロットした<sup>11, 12, 13)</sup>.

二足歩行を開始したアウストラロピテクス・アファレンシスの骨盤の特徴は左右に著しく広く, どの骨盤平面でも横に長いこと(扁平)である. 骨盤の通過面は大きくはないが, それに見合った児頭であったこと(アウストラロピテクス・アファレンシス成人女性の脳容積が約400ccと小さいことから推測, 参考値としてチンパンジーの脳容積は約390cc)により, ほぼ横向きの頭からの分娩が可能であったと推測されている<sup>1, 13)</sup>. さらに, 新生児の肩幅の研究から, アウストラロピテクス・アファレンシスでも児頭の小さな回旋semirotaionが存在していた可能性が指摘され, 余裕の少ない骨盤腔を胎児が通過する現在の分娩機序につながる痕跡が見てとれる<sup>14)</sup>.

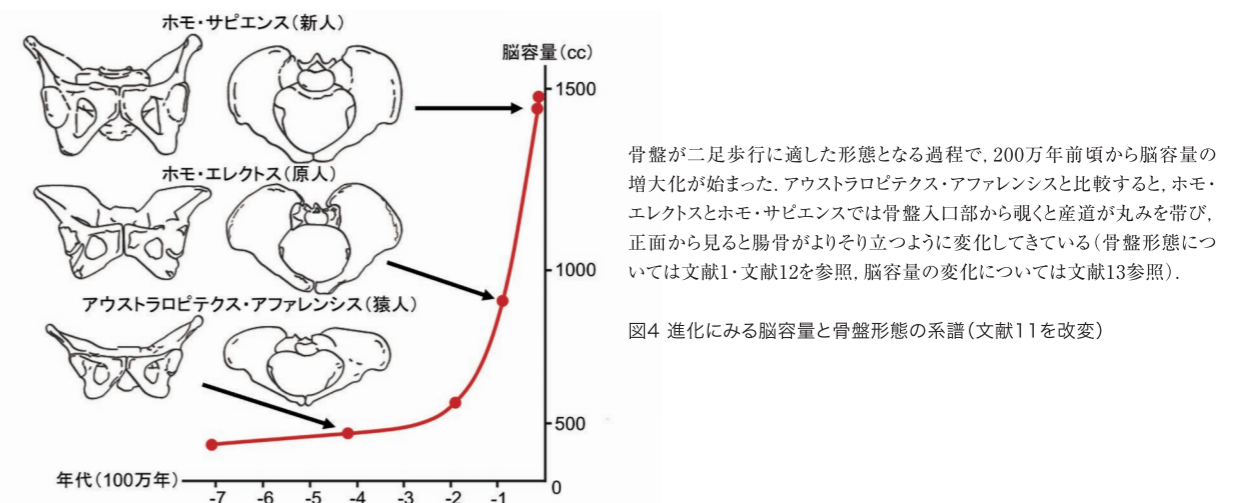
ホモ・エレクトスの時期に骨盤形態と児頭の大きさに顕著な変化が起こり<sup>11, 15)</sup>, 胎児が回旋(回転)をして生まれる方向に進化が進み, 産科学からみてホモ・エレクトスに時期に分娩機序が現生種ホモ・サピエンスへと繋がった可能性<sup>16, 17)</sup>が推測できる. その背景には, エネルギー摂取量の増加(文献的には, “石器を使い食物を薄く切る・細かく砕く調理(石器による調理)”<sup>18)</sup>と“火を使った調理(加熱調理)”<sup>19)</sup>, 特に後者が貢献しているとされる<sup>20)</sup>.)により体全体が大きくなり, 骨盤と胎児の脳も大きくなったことが関係する.

ホモ・エレクトスの成人の脳容量は, 初期(約800cc)から後期(約1,050cc)と増大を認めており<sup>13)</sup>, 図4からも脳容量増大の急性期であることがわかる. 身長伸びと脳容量の増大を示した文献<sup>15)</sup>においても, ホモ・エレクトスの時期が脳容量増大の転換期であったことが示されている.

初期のホモ・エレクトスの骨盤上口(骨盤入口面)はアウストラロピテクス・アファレンシスほどではないが扁平で, その段階では猿人的な分娩が続いていたと報告されている. 当初は骨盤上口の幅を大きくすることで脳の増大に対応してきたが, 二足歩行とエネルギー摂取の状況から, 脳の増大速度にブレーキをかけなければならない局面となり, 胎児が回旋(回転)して生まれてくる方向に進んだものと考えられる. 胎児が回旋(回転)して生まれるようになるならば, 左右径の変化に加え, 骨盤中央面・出口面の前後径が大きくなることで脳の増大化が可能となる. このような進化が起きたのは脳容量が1,000ccを越える前後, 100万年前頃と推測されている<sup>16, 17)</sup>.

さらに, 回旋(回転)する分娩機序となった為, 出生児の顔の向きが母体の顔の向きと逆を向くようになり, 自分自身でわが子を取り上げることが難しくなった<sup>1)</sup>. そのため, 一部の原住民を除き, ヒトが集団(社会)を形成するように進んできた過程で, 分娩に介助者を必要とすることは自然に受け入れられてきたと考えられる.

成書的に, 分娩期に約95%の胎児が頭位になっている事実(「頭位で分娩となる」準備をしていること)もヒトの分娩機序の進化の方向性を裏付けている.



骨盤が二足歩行に適した形態となる過程で, 200万年前頃から脳容量の増大化が始まった. アウストラロピテクス・アファレンシスと比較すると, ホモ・エレクトスとホモ・サピエンスでは骨盤入口部から覗くと産道が丸みを帯び, 正面から見ると腸骨がよりそり立つように変化してきている(骨盤形態については文献1・文献12を参照, 脳容量の変化については文献13参照).

図4 進化にみる脳容量と骨盤形態の系譜(文献11を改変)

進化の分岐図からヒトの生物分類学上の位置を知り, ヒト近縁の動物が「頭位で分娩となる」事実に加え, 猿人(アウストラロピテクス・アファレンシス)→原人(ホモ・エレクトス)→新人(ホモ・サピエンス)の児頭と骨盤形態の関係性(二足歩行との調和をとりながら, 小さな頭から頭が増大することに合わせて骨盤が変化し, その変化に合わせて児頭が回転する方向に分娩機序が発展してきた歴史)から, ヒトでは「頭位で分娩をする」方向性があらかじめ定まっておき, かつその方向性を変える決定的な要因(種の存続, 進化に大きな影響を及ぼす出来事)がなく, 現在に至っているものと考えられる.

ところが近年, 骨盤形成期(思春期)の運動不足, スマートフォン多用などによる姿勢の変化などにより, 骨盤形態が胎児・小児に近い生殖年齢女性が増加しており, 回旋異常・微弱陣痛の原因となっている<sup>1)</sup>.

## II. ヒトが「頭位で分娩となる」合理性

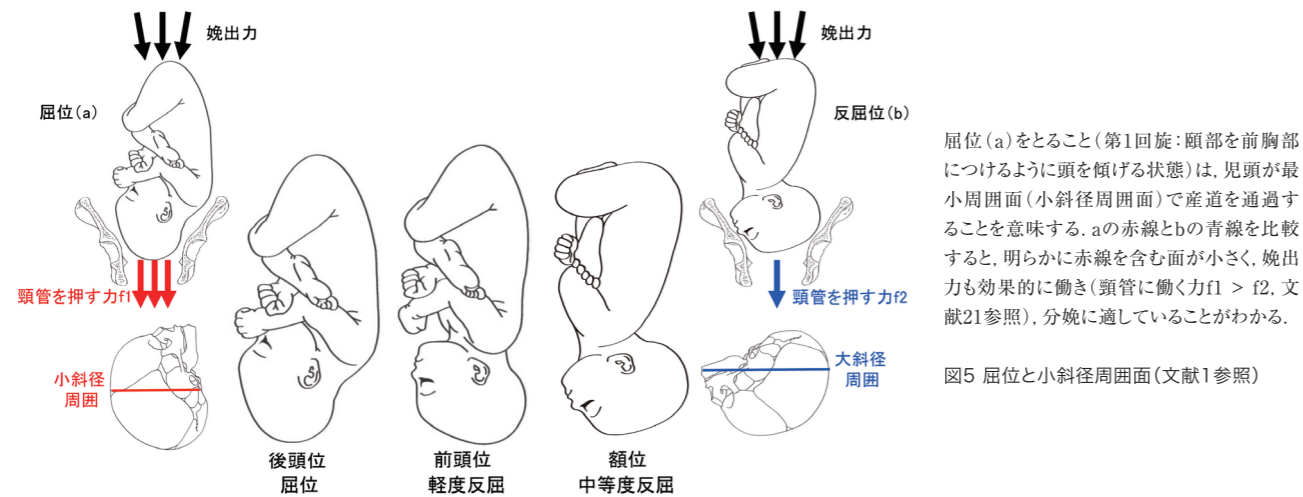
胎児が横や斜めになった状態での分娩が容易でないことは一目瞭然だと思われる. そこで残るのは縦位での分娩, 「頭からの分娩(頭位分娩)」か「殿部(本稿では産科の慣用表記として「臀部」の意味で使用する)からの分娩(ヒトでは骨盤位分娩・水棲哺乳類では尾からの分娩, 頻度的に稀な下肢からの分娩は除く)」かの選択である. そこで, 分娩に関わる現象から, 「頭位で分娩となる」ことの合理性について考えた.

1) 児頭の形態からみた合理性：屈位と応形機能

1)-1 屈位

分娩の最初の段階(第1回旋)は「屈位(頤部を前胸部につけるように頭を傾げる状態)」となる機序(図5)であり、実際の分娩においては屈位をとり、児頭の最小周囲面(小斜径周囲面)で、骨盤内を回転、下降してくることが重要である<sup>1)</sup>。さらに、屈位を力学的にみると、前屈により頤部が前胸部に押しつけられて頭部が固定すること、脊柱から後頭部までが一直線となり殿部に加わった娩出力が先進部である頭部まで有効に働くことがわかる<sup>21)</sup>。われわれの生活の中では、高速鉄道(新幹線など)・飛行機の先端などが円錐状の流線型(ロケットの先端形状)となっており、方向性を整え、推進力を発揮するように設計されている。分娩をみてみると、屈位をとり児頭が丸みを帯びた少し尖った形状となっていることが、余裕のない骨盤を通過するのに適した方向性の調整と娩出力(子宮収縮を最大に活かす力)を生み出している。「反屈位(額位)」や「殿部からの分娩(骨盤位分娩)」では先頭部分がより平面的であり、屈位と比較して方向性の調整と娩出力の有効利用がしづらい。

また、胎児では屈曲筋の発達が優位であり、屈位をとりやすい条件下にあり、筋緊張によって児頭に後続する四肢を含む体幹が背中を丸めるように屈曲姿勢となり、胎児自らが体積を小さくして捻れを伴う産道の形状に合わせ、通過しやすいようになっている。



屈位(a)をとること(第1回旋:頤部を前胸部につけるように頭を傾げる状態)は、児頭が最小周囲面(小斜径周囲面)で産道を通することを意味する。aの赤線とbの青線を比較すると、明らかに赤線を含む面が小さく、娩出力も効果的に働き(頭管に働く力 $f1 > f2$ 、文献21参照)、分娩に適していることがわかる。

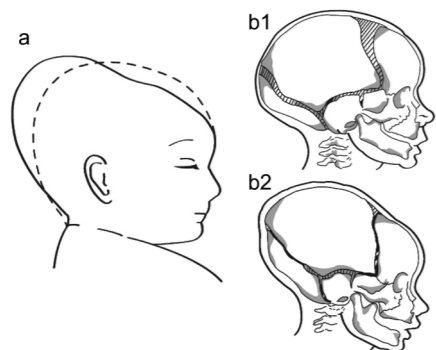
図5 屈位と小斜径周囲面(文献1参照)

1)-2 応形機能

胎児では生理的早産の一現象として、頭を構成する各骨は固く結合せず、将来的に縫合する部分および泉門の部分で互いに離れ、可動性を有している。そのため児頭の各骨は産道の抵抗により受動的に重なり(骨重積)<sup>22, 23)</sup>、その分だけ産道通過面を縮小し、児頭の産道通過を容易にしている。この分娩に際して胎児の頭部が変形しうる機能を応形機能と言い、屈位をとり、応形機能を最大限に活かして分娩となる(図6)。

胎児の頭蓋骨が癒合していないことは脳の発達(脳容積の増大)とも関係している。出生後のヒト(ホモ・サピエンス)の脳の成長は早く、小児段階(6歳)で成人の約9割に達する。そのためにも、ゆるい骨縫合で出生し、脳容量の増大に合わせて頭蓋骨間の隙間が狭まり、癒合していくパターンをとる。

「頭からの分娩」は、殿部を先頭にして狭い骨盤腔を通過する場合と比較して、屈位・応形機能で変形した児頭の形態を最大限に活用することにより、進行方向の制御や娩出力の有効利用がしやすく、分娩進行に有利であると考えられる。



典型的な前方後頭位分娩で、児頭(a点線の形態)は骨重積(b1からb2への変化)により、小斜径短縮・大斜径延長して長頭蓋(a実線の形態)となる。分娩に際し、胎児の頭が変形しうる機能を応形機能と呼び、この機能を活かして児は頭位分娩となる。

図6 分娩における典型的な児頭の変形(応形機能)と骨重積(文献22参照、図bは文献23を改変)

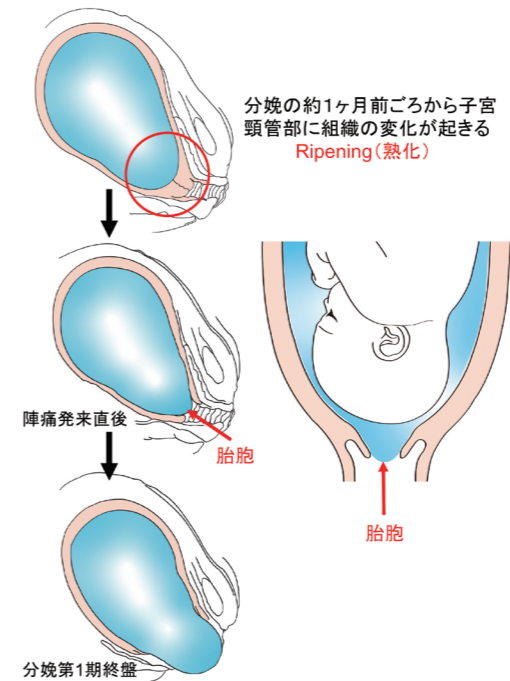
2) 胎胞形成からみた合理性：分娩における胎胞の役割と適時破水<sup>24, 25)</sup>

経膈分娩の経過を考えた場合、子宮頸管が分娩に及ぼす影響は大きい。付録2に妊娠・分娩・産褥における子宮頸管の変化の概略を示した。特に分娩期の子宮頸管の展退(厚みが薄くなること)と子宮口の開大は、軟産道として分娩の進行を左右する因子である。この子宮頸管の展退と子宮口の開大に大きく関与するのが、胎胞(子宮口が開く過程で、胎児の先進部と卵膜の間に羊水が流れ込み形成される袋状の部分)であり、通常分娩では、胎胞が形成され、陣痛の増強とともに子宮頸管の展退と子宮口の開大が起こり(図7参照)、子宮口が全開大(約10cm開大)の頃に卵膜が破れ、破水となる(適時破水)。この一連の過程で児頭の下降も認められ、適時破水は医療的介入を少なくする一つの要因である。ウマやウシの分娩においても、尿膜・羊膜の膨隆により子宮頸管が開大し、尿膜の破水(一次破水)→羊膜の破水(二次破水)と自然に進行することにより、人の手を介さない自然な分娩が可能となる<sup>9)</sup>。

羊水は、分娩が近くなると生理的に減少することが知られている。「頭からの分娩」では、「殿部からの分娩(骨盤位)」と比較し、より少ない羊水量で丸みをもった円錐形の胎胞形成が可能で、子宮頸管部を物理的に刺激し、子宮頸管熟化作用をもつプロスタグランジン(特にE2)を産生し、子宮頸管の展退と子宮口の開大、さらに陣痛促進に関与する(付録2参照)。特に屈位をとること、形態的に子宮頸管部の物理的刺激に適した先進部が少し尖った流線型の胎胞を形成し、力学的にも娩出力を有効に使うことが可能となる(前述「屈位」の項参照)。

また、破水後のことを考えると、臍帯脱出(破水後に胎児先進部分よりも先に臍帯が脱出し、子宮口を通過して膈や陰裂間に懸垂してきた状態で、臍帯の血流減少・遮断を引き起こし、胎児機能不全や胎児死亡の原因となる)の頻度は「殿部からの分娩」の方が高い<sup>26)</sup>。

胎胞形成(特に適時破水)は自然な分娩(医療的介入を最小限にする分娩)に必要な因子であり、「頭位で分娩となる」過程が、胎胞形成に適しており(より少ない羊水量で分娩進行に有効な胎胞形成が可能)、破水時の安全性も高いと考えられる。



分娩が近くなると準備のために子宮頸管は熟化(分娩のための組織変化)をしていく。陣痛発来とともに胎胞が形成されるようになり、分娩進行に伴い胎胞は膨隆し、子宮頸管の展退と子宮口の開大をもたらす。

図7 胎胞形成と分娩進行(文献24を改変)

3) 哺乳類の特性：出生後早期の呼吸確立

哺乳類では出生後なるべく早期に自力で体内に酸素を取り入れること(肺呼吸の確立、胎盤を介した呼吸からの転換)が求められる。イルカ・クジラのような海洋哺乳類でも同様である。

水中で出産するクジラの場合、生まれた途端、急いで海面に浮上して呼吸を開始する必要がある。そのためにも、出産を短時間で済ませ、児獣は自力で泳げる成長段階で生まれる。そして、クジラの児獣は通常、逆子で産まれる。そのため、体型は流線形に進化し、尾部から胴体の大半を出し、臍帯の切り離しをギリギリまで粘り、一気に海面に向かい、ファーストブレス(一生で最初の呼吸)をする<sup>27)</sup>。

ヒトの場合、大きくなった児頭を最初に娩出することがリスク回避に有効であると考えられる。骨盤位分娩では、体幹が分娩となった後で、頭がひっかかって児に重篤な障害を引き起こすことがある。産科的には骨盤位で最後に出るはずの児

の頭部が娩出しにくい場合が存在し, Veit-Smellie法(胎児体幹を施術者の左上腕の上に乗せ, 第2指を胎児の口の中に入れて児頭の前後径を縦径にして児頭を牽引する手技)の施行やパイパー鉗子(骨盤位分娩に際して, 最後に出てくる児頭を牽引, 胎外に出す後続児頭鉗子)の使用などにて児頭を娩出してきた<sup>28)</sup>. それらの手技取得の機会の少なさからも, 現在, 臨床の現場では骨盤位(全分娩の5%程度)に対して帝王切開術を選択するのが一般的である.

生理学的に早期に分娩となるヒトにとり, 負担なく呼吸を開始し, 環境に適応する観点からも「頭からの分娩」は合理的であると考えられる. さらに, 現代では一般的となった帝王切開術(欧米では第2次世界大戦後から, 本邦では1950年代から普及)であるが, 近代医療なしで分娩をしていた数百万年の長い過去のことを考えると, 「頭からの分娩」はヒトの進化の歩調の観点(前述1-3)を参照)からも合理的かと思われる.

分娩の方法(頭からか殿部からか)の選択は, 生息環境に適した呼吸の確立とも関連している. 頭が大きくなる方向で進化してきたヒトにとり, 「頭からの分娩」で進化してくることが, 屈位・応形機能を有効に活用した分娩様式のみならず, 分娩進行を左右する胎胞形成, 呼吸確立を含めた適者生存の原則(種の存続)からも合理的あることがわかる.

### Ⅲ. ヒトが「頭位で分娩となる」ことを援護する最近の知見

#### 1) 母体骨盤と児頭の呼応(共変動)<sup>8)</sup>

二足歩行となったヒトの分娩では, 産道に余裕がなく, 児頭が骨盤を通過するのに様々な分娩機序が動員されている. 多様な母体の骨盤形態, 形態的にも大きさ的にも大きな幅がある児頭を経腔的分娩に導く機序として, 母体骨盤と児頭が呼応(それぞれの要素がお互いに照応・対応すること)して変化する現象(共変動)が報告された. ヒトと同様に胎児の頭が大きいアカゲザルにおける検証で, ヒトにおいても当てはまる以下の3点が明らかにされた.

- ① 児頭と母体骨盤の形態は互いに呼応して変化する(共変動).
- ② 児頭と母体骨盤の共変動は, 難産を緩和するために機能している.
- ③ 母体骨盤において児頭と共変動している部分は産道構成する部分である. 歩行など運動機能と関連する骨盤部分は共変動をしていない.

#### 2) 分娩周辺期における胎児鎖骨の成長減速と出生後の成長加速<sup>29)</sup>

胎児の頭部が分娩の妨げとなること(児頭が骨盤を通過することが難しい状態を「児頭骨盤不均衡」)に対し, 胎児の肩の部分が生産の妨げとなること(「肩甲難産」と言われ, 全分娩の1~4%に発生する)がある. 近年, 妊娠糖尿病など疾病が原因である巨大児を除いた通常の胎児の肩甲の成長について新たな知見が報告された. 論文のポイントは, 「分娩周辺期における胎児鎖骨の成長減速と出生後の成長加速」が認められることである. 胎児の頭部の増大(脳の成長)がある程度一定であることと対照的である.

ヒトは頭が大きくなっただけでなく, 二足歩行の安定性や上肢を巧妙に使う目的で肩幅が広がった動物である. 分娩周辺期における胎児鎖骨の成長減速は, 後に続く胎児肩～体幹の娩出のリスクを下げ, 「頭からの分娩」を成立させる要素の一つとなっている.

## Ⅳ. まとめ

本稿では, 生物学的近縁種, それも現生種を中心とした単胎動物の分娩様式(頭位分娩)と進化の分岐図, そして二足歩行を開始した猿人に始まる骨盤の変化と脳容量の増加に着目して, 「頭位で分娩となる」ことの必然性と合理性, 適応の変化について解説した. ヒトの祖先の脳容量が類人猿(サル)と同程度であったことを考えても, 頭が大きく, 重たくて頭位となり, 頭から生まれくるわけではなさそうである. あくまでも二足歩行となったことを契機として, 前足が自由に使える手となり文化的な生活(石器の使用, 火の利用, 言語の獲得など)を手に入れ, その過程で脳の増大と骨盤の変化が呼応, 適応してきたことにより, 当初からの「頭位で分娩となる」ことを踏襲し, 現在の分娩様式に至っていると考えられる.

産科学的には頭の娩出ばかりでなく, それに続く体幹の娩出も考えた屈曲筋優位の発達, 鎖骨一時的な成長減速などを巧みに駆使して, 複雑な現在の分娩機序へと進化してきたことがわかる.

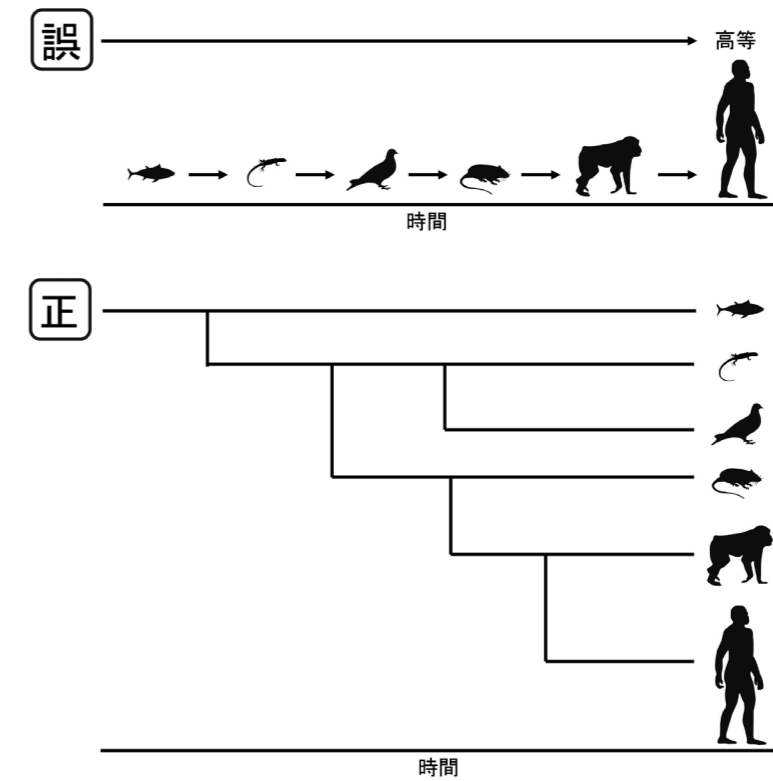
分娩に関する進化の足跡を知ることにより, 日々の分娩管理へのヒントが得られると思われる.

## V. 謝意

本稿を執筆するにあたり, ご指導をいただきました静岡医療科学専門学校金山尚裕学校長に深謝いたします.

#### 付録1 進化とは(図8)<sup>30)</sup>

進化とは下等な生物から高等な生物へと階段を一步ずつ上るように変化することではなく, 「共通の祖先種から枝分かれを繰り返し, 現生する種に至る過程」を言う. その意味で, 現生するそれぞれの種は, 進化の先端に存在していることになる.



進化とは「共通の祖先種から枝分かれを繰り返し, 現生する種に至る過程」を言う.

図8 進化の考え方(文献30を改変)

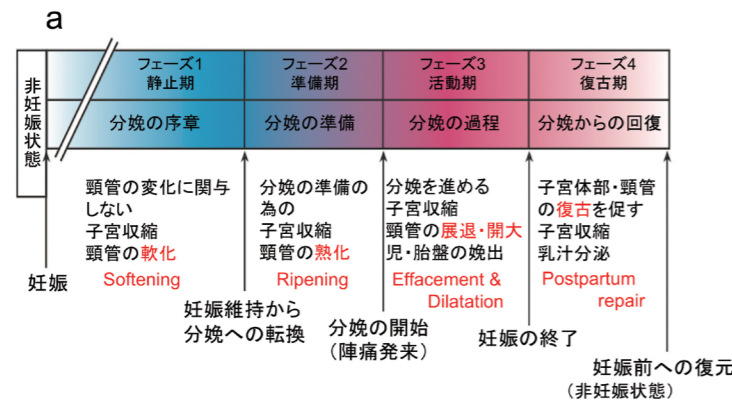
#### 付録2 正常妊娠・分娩による子宮頸管部の変化(子宮頸管のリモデリング)<sup>24, 25)</sup>

二足歩行をするヒトでは, 妊娠期間中, 子宮頸管が妊娠維持を目的として硬く閉ざされ, 分娩に際してはしなやかに伸展・開大して胎児が通過する軟産道となる必要がある. そして, 分娩が終了すると, 急速に妊娠前の状態へ復元が進む. この過程の子宮頸管の組織学的変化を「子宮頸管のリモデリング」と言う. リモデリングの進行過程は, Softening(軟化), Ripening(熟化), Effacement(展退)とDilatation(開大), Postpartum repair(分娩後の修復)の4つの段階からなる(図9a). 特に, 分娩の約1ヶ月前ごろから顕在化する子宮頸管組織の変化を「熟化」と呼ぶ.

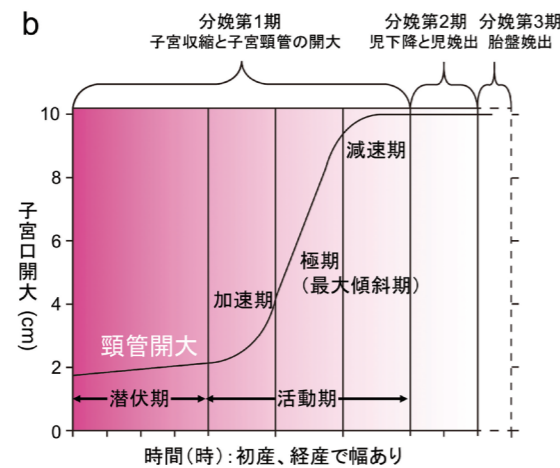
子宮頸管は主にコラーゲン線維とグリコサミノグリカン(GAG)から構成され, 分娩に向けてコラーゲン線維の分解と保水性に富むヒアルロン酸(GAGの一種)の増加により, 組織が軟化・熟化する. この変化は, コラーゲン線維の3次元的構造変化によるものであり, 架橋形成を持つ成熟コラーゲンから未熟コラーゲン線維の増加による線維組織の過疎化とヒアルロン酸による線維組織間の水分含量の増加, 膨化による.

正期産における子宮頸管の熟化は, 主にプロゲステロン低下による生理学的炎症によって起こる. 炎症や子宮頸管の伸展刺激などにより誘導された炎症性サイトカイン(IL-1, IL-8など)がプロスタグランジン(特にPG-E2)を産生し, PG-E2受容体を介して, さらに子宮頸管の熟化を促進させる. 尚, 二足歩行をするヒトでは, 四足動物と比較して子宮頸管が硬く, 好中球などの炎症免疫細胞も熟化に関与している.

また, 子宮頸管の熟化が進んだ状態での分娩期の子宮収縮(陣痛)による胎胞+児頭(破水時には児頭)の頸管へ作用(圧迫)は, Effacement(展退)とDilatation(開大)を促して, 分娩を進行させる(図9b 第1期:活動期).



a: 子宮頸管のリモデリングの進行過程は, Softening (軟化), Ripening (熟化), Effacement (展退) と Dilatation (開大), Postpartum repair (分娩後の修復) の4つの段階からなる (図中赤字).



b: 分娩は, 第1期(分娩開始から子宮口全開大まで:「潜伏期」と「活動期(加速期→極期→減速期)」からなる, 第2期(子宮口全開大から児の娩出まで), 第3期(児娩出から胎盤娩出まで)の3つのステージからなる.

図9 子宮頸管のリモデリング(a)と分娩のステージ(b) (文献24を改変)

## 文献

- 1) 成瀬寛夫. 二足歩行であるヒトの分娩～進化,そして今～. 青翔保健科学ジャーナル. 2023;vol.3:4-11.
- 2) Shoshani J, Groves CP, Simons EL, et al. Primate Phylogeny : Morphological vs Molecular Results. MOLECULAR PHYLOGENETICS AND EVOLUTION. 1996;5:102-154.
- 3) 広木詔三. 初期人類における直立二足歩行の生態学的戦略. ホモ属における石器の製作と脳の関係, およびヒトの言語獲得についての考察—種分化の理論を踏まえて—. 文化21. 2015;34:7-28.
- 4) Hirata S, Fuwa K, Sugama K, et al. Mechanisms of birth in chimpanzees : humans are not unique among primates. Biol Lett. 2011;7:686-688.
- 5) 伊谷原一. チンパンジーの出産・育児・育児放棄. 思春期青年期精神医学. 2112;21:85-100.
- 6) 糸魚川直祐, 田中利行. ニホンザルの分娩と新生児の行動. The Annual of Animal psychology. 1963;13:71-81.
- 7) Nguyen N, Lee LM, Fashing PJ, et al. Comparative primate obstetrics : Observations of 15 diurnal births in wild gelada monkeys (Theropithecus gelada) and their implications for understanding human and nonhuman primate birth evolution. Am J Phys Anthropol. 2017;163:14-29.
- 8) Kawada M, Nakatsukasa M, Nishimura T. et al. Covariation of fetal skull and maternal pelvis during the perinatal period in rhesus macaques and evolution of childbirth in primates. Proc Nati Acad Sci USA. 2020;117:21251-21257.
- 9) 松本大策. さらによくなる子牛生産.第9版. 東京:日本畜産振興会. 2020:19-26.

- 10) Pavlicev M, Romero R, Mitteroecker. Evolution of the human pelvis and obstructed labor : new explanations of an old obstetrical dilemma. Am J Obstet Gynecol. 2020;222:3-16.
- 11) Mitteroecker P, Fischer B. Evolution of the human birth canal. AJOG. https://doi.org/10.1016/j.ajog.2022.09.010.
- 12) Churchill SE, Vansickle C. Pelvic Morphology in Homo erectus and Early Homo. Anal Rec (Hoboken). 2017;300:964-977.
- 13) Smith BH. Dental Development and the Evolution of Life History in Hominidae. Am J Phys Anthropol. 1991;86:157-174.
- 14) DeSilva JM, Laudicina NM, Rosenberg KR, et al. Neonatal Shoulder Width Suggests a Semirotational, Oblique Birth Mechanism in Australopithecus afarensis. Anal Rec (Hoboken). 2017;300:890-899.
- 15) Mirazon M, Foley R. Palaeoanthropology : human evolution writ small. Nature. 2004;431:1043-1044.
- 16) Ruff CB. Biomechanics of the hip and birth in early Homo. Am J Phys Anthropol. 1995;98:527-574.
- 17) Gruss LT, Schmitt D. The evolution of the human pelvis : changing adaptations to bipedalism, obstetrics and thermoregulation. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2015;370:20140063.
- 18) Zink KD, Liberman DE. Impact of meat and Lower Palaeolithic food processing techniques on chewing in humans. Nature. 2016;531:500-503.
- 19) リチャード・ランガム. 火と調理がヒト(人類)にもたらしたもの. Culture, Energy and Life(大阪ガス情報誌). 2011 Jan;94-98.
- 20) Fonseca-Azevedo, Herculano-Houzel S. Metabolic constraint imposes tradeoff between body size and numbers of brain neurons in human evolution. Proc Natl Acad Sci U S A. 2012;109:18571-18576.
- 21) 飯田俊彦. 児頭回旋を極める WEB動画でよくわかる回旋異常のメカニズムとその対応. 大阪:メディカ出版. 2022;13-41.
- 22) 成瀬寛夫. ヒトの二足歩行と産科～ヒトの二足歩行から妊娠,分娩,児の成長を考える～. 青翔保健科学ジャーナル. 2022;vol.2:4-11.
- 23) Carlan SJ, Wyble L, Lense J, et at. Fetal head molding. Diagnosis by ultrasound and a review of the literature. J Perinatol. 1991;11:105-111.
- 24) Cunningham FG, Leveno KJ, Bloom SL, et al. Williams OBSTETRICS 24th Edition. New York : McGraw Hill Medicine. 2014:408-432.
- 25) 杉村基, 金山尚裕. 子宮頸部の妊娠変化—正常産における子宮頸管熟化の機序(炎症誘発早産での熟化との差)—. HORMONE FRONTIER IN GYNECOLOGY. 2019;26:21-26.
- 26) 日本産科婦人科学会 研修コーナー 臍帯巻絡・下垂・脱出. 日産婦誌. 2009;61:N57-59.
- 27) 田島本綿子. クジラの歌を聴け 動物が生命をつなぐ驚異のしくみ. 東京:山と溪谷社.2023;188-190.
- 28) 日本産科婦人科学会 研修コーナー 骨盤位娩出術. 日産婦誌. 2008;60:N92-98.
- 29) Kawada M, Nakatsukasa M, Nishimura T, et al. Human shoulder development is adapted to obstetrical constraints. Proc Natl Acad Sci U S A. 2022;119:e2114935119.
- 30) 篠塚一貴, 清水透. 比較神経学からみた進化にまつわる誤解と解説. 心理学ワールド. 2016;75:17-20.