総　説

仙腸関節の研究
ー動きの解析と歪みのメカニズムに関する考察ー

吉岡　一貴*1

The Study of Sacroiliac Joint; Motion Analysis and Distortion Mechanism

Kazutaka YOSHIOKA

Abstract

This paper presents the hypothesis on the articular-physiology of sacroiliac joint based on the latest anatomy. That is, the sacral motion during nutation and counter-nutation is accompanied by the iliac motion of internal-rotation and abduction and by contraries the combination of external-rotation and adduction, around the hypothetical axis along the linea arcuata.

Moreover, this paper discusses the mechanism of distortion and distortion-patterns from the view of the asymmetrical facies auricular of the sacrum and a causal relationship with the lower extremities (motion-making side and supporting side), which cause the sacroiliac asymmetrical motion resulting in the distortion. Understanding the sacroiliac joint as the weight-bearing apparatus brings about the new concept (rising and falling) of sacral nutation and counter-nutation.

Key words : Internal-rotation and abduction, External-rotation and adduction, Linea arcuata, Supporting foot, Rising and falling

1．緒　言

近年、仙腸関節に対する医学界の関心は飛躍的な高まりを見せている。仙腸関節が滑膜を有する可動関節であるという事実は、今や広く一般に知られている。しかし、仙腸関節はその可動域が非常に小さいうえに、関節をまたぎ、これを能動的に動かす筋の存在が認められないことから、その動きの解析は困難である。そのため、現在、仙腸関節の動きに関しては様々な理論が存在する。それら多くの理論の中で争点となるのは、仙骨のうなずき運動における機能軸、その際の寛骨の動き、恥骨結合部の動きとその強度、身体運動時の仙腸関節の動きなど多岐にわたり、現在もなお見解の一致を見ない。

カイロプラクターは、長年にわたり仙腸関節が脊柱の歪みの主要因であるとして、治療と研究に当たって来た。反面、その動きの原理や身体に及ぼす影響など、いまだ完全には解明されぬままである。現在のカイロプラクティック界は治療と研究の対象が、もう１つの柱である「神経学」に移行してきているようである。これに対し批判や否定をするつもりは全くない。ただ、これまで仙腸関節に対し否定的であった医学界が、その研究に力を入れつつある昨今、仙腸関節の全容解明を急ぐべきは、むしろカイロプラクティック業界であり、他者に先を越されていいものだろうかと一人勝手な心配をしている、というのが筆者の正直な考えである。

原稿受付　平成15年12月10日

＊1　よしおかカイロプラクティック（〒407-0105 山梨県甲斐市 富士見台1987-57）

仙腸関節は100%可動関節である。そして通常の関節はそれを動かす主動筋、協力筋、拮抗筋などを有するが、特定の筋を持たない仙腸関節は他の要因によって動く。それはすなわち、仙腸関節はある一定の条件のもと、常に一定の方向に動くよう設計された関節であり、そのパターンの解析こそが仙腸関節の全容の解明につながる、と筆者は考えている。

2．仙腸関節の運動軸

仙腸関節の動きは、仙骨のうなずき運動と起き上がり運動により表される。うなずき運動は、仙骨岬角の前下方への動きと仙骨尖の後上方への動きであり、反対に起き上がり運動は、仙骨岬角の後上方への動きと仙骨尖の前下方への動きである。うなずき運動に関しては、その機能軸に関して様々な理論が存在する。しかし、いずれの理論も仙腸関節の形状を見る限り、それらの理論と形状との間に大きな隔たりがあるように思われる。

仙腸関節の関節面は一般的にL字型をなし、耳の形に似ていることから耳状面と呼ばれる。耳状面の前側（短腕）は垂直面上にあり、下側（長腕）は水平面にある。その関節面の形状は、非常に大まかに観察すると長腕は腸骨側が前後に凸、対する仙骨側は前後に凹の関節面を有する。これまでの理論では仙骨はうなずき運動の際に、特定の軸を中心とした回転運動、もしくは関節上の軸に沿った直線的な並進運動を起こすと考えられてきた。これらの動きは、仙腸関節の関節面が平面であればその理解はたやすい。しかし、実際の関節面は凹凸が大きく、その面同士が並進運動を起こすようには到底思えない。しかも、腸骨側と仙骨側の耳状面の凹凸はまったく一致しない。このことは体重支持において、仙腸関節はそのすべての面を接触させて体重を支持してはいないことを示唆している。この非常に大まかな観察によって導き出された仮説は、仙腸関節は仙骨側を関節窩、腸骨側を関節頭として設計された、荷重を面ではなく点の移動によって支持している可動および荷重支持関節である、ということである。この仮説を元に、改めて仙腸関節の動きを分析すると、すべての現象を論理的に理解することが可能となる。

関節面の形状が凹と凸であることから、その関節の動きは凹凸の法則に従って動く[1]。この法則は関節運動に付随するすべりの法則であり、以下の２つの法則からなる。

(1) 凸の法則：動いている関節面が凸ならば、すべりは反対方向である

(2) 凹の法則：動いている関節面が凹ならば、すべりは同じ方向である。

この法則を仙腸関節に当てはめると、仙骨のうなずき運動では、仙骨耳状面は前方へ移動する必要がある。このとき凸である腸骨耳状面は後方へ移動することになる。ここで注意すべき点は、この腸骨耳状面の後方への移動は、並進すべりによるものではなく、回転を伴う滑りであるという点である。よって、仙骨のうなずき運動に伴う腸骨耳状面の後方への回転すべりは、寛骨の内旋を意味していることになる。このことから、次の法則が成り立つ。うなずき運動時に仙骨が前方へ移動するには寛骨が内旋しなければならず、寛骨が内旋しなければ、仙骨は前方へ移動できない。逆に起き上がり運動では、仙骨が後方へ移動するには寛骨が外旋する必要があり、寛骨が外旋しなければ仙骨は後方へ移動できない。

仙腸関節に求められるもう１つの重要な機能である体重支持に関しては、寛骨の動きを内旋・外旋と考えることにより、これまで考えられてきた理論とは大きく異なるものとなる。今までは、仙腸関節に加わる荷重は耳状面全体で支持されると考えられていた。しかし、仙腸関節が回転すべりを起こすと考えると、関節内ではその接触面が移動しながら荷重を支持することになる。仙骨がうなずき寛骨が内旋すると、腸骨耳状面の前方へ、仙骨が起き上がり寛骨が外旋すると、その接触面は腸骨耳状面の後方へ移動する。うなずき運動と起き上がり運動が仙骨の左右で同時に起こると、うなずき運動では寛骨の内旋によって左右の仙骨耳状面の前方が圧迫され、起き上がり運動では寛骨の外旋によって左右の耳状面後方が圧迫される。以上の考察から導き出されることは、耳状面が回転すべりを起こすことにより、仙腸関節には仙骨のうなずき運動、起き上がり運動のいずれの状態においても常に圧迫力が加わることになり、その圧迫力によって仙骨を支え、荷重を支持しているという事実である。

凹凸の法則に従うと、仙腸関節は仙骨凹、腸骨凸であるため、その運動の中心軸は腸骨側

（凸側）に存在することになる[1]。これを元に寛骨の形状をあらためて観察すると、この寛骨の複雑な形そのものが、その動きや力の伝達において非常に優れたデザインである、と理解できる。その動きを簡単に説明すると、仙骨がうなずき、寛骨が内旋すると、恥骨は内方へ強く圧縮される。この圧縮力は、寛骨の内旋の程度に比例して増加する。両側の恥骨結合に対し、等しく内方圧が加わると、その力は恥骨下枝へ分散される。恥骨下枝は外方へ向くため、この力は両方の坐骨に対する離開力として作用する。坐骨を外方へ圧するこの力は、一方で恥骨結合部を支点として両側の腸骨稜を近接させる力として作用する（図１）。その結果、仙骨を挟んだ両側の耳状面前上部には強い閉鎖力が加わり、仙骨の前下方への動きを制限する。

これら一連の動きの運動軸は寛骨内に存在している。仙骨は寛骨の動きに従って動くことが可能となる。仙骨のうなずき運動時に見られる寛骨の動きは、２つの要素からなる。１つは寛骨の内旋、もう１つは恥骨結合を支点として坐骨を外方へ、腸骨稜を内方へ向かわせる動き、あえていえば外転である。

以上のことを踏まえた上で、寛骨の内側面の捻れを観察すると、寛骨は坐骨先端と上前腸骨棘を結ぶ線と、恥骨先端と後上腸骨棘を結ぶ線を描き、その交点で坐骨－上前腸骨棘を軸に、恥骨－後上腸骨棘の恥骨端を後上腸骨棘に向け、捻じ曲げたような形になっている。次に、この２線を軸と仮定して寛骨の動きを分析してみる。坐骨（A）と上前腸骨棘（a）を結ぶ線をＸ軸とする。恥骨（B）と後上腸骨棘（b）を結ぶ線をＹ軸とする（図２）。仙骨がうなずくと仙骨岬角は前下方へ移動する。このとき寛骨は内旋を起こすので、Ｘ軸を中心に内旋する。この内旋により恥骨は内方へ押されるが、この力は恥骨結合部でぶつかり、坐骨（A）へ分散される。さらに坐骨を外方へ押し出す力となり、その結果、寛骨はＹ軸を中心に回転する。これにより上前腸骨棘は内方へ向かい、仙腸関節の前上面を強く圧縮する閉鎖力が生まれる。寛骨のこの動きに従い、仙骨は前下方へうなずくことが可能となると同時に、その動きを制限される（図１）。便宜上それぞれに分解し解説したが、この２つの動きは実際には同時に起こっているものと考えられ、２線の交点である寛骨臼上に

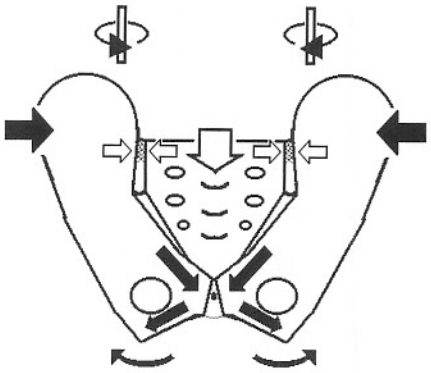

図１　うなずき運動における力の伝達（骨盤前面）

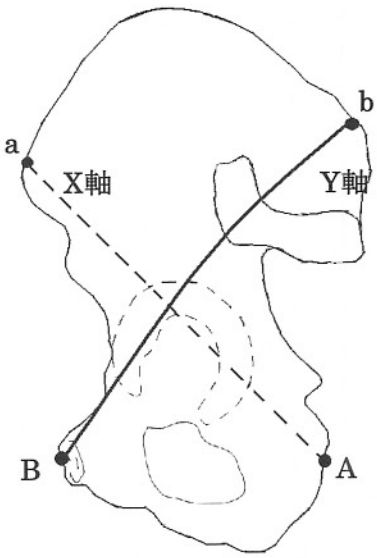

図２　寛骨上の仮想軸（右寛骨内側面）

支点を持つ。体重支持において、上体の荷重と下肢からの反作用力のぶつかり合う寛骨臼大腿骨頭上の支点は、寛骨の動きの支点としても最適であると考えられる。一方、仙骨が起き上がるには寛骨が外旋しなければならない。この動きはＸ軸での寛骨の外旋となる。この時、仙骨を挟んだ状態での寛骨の外旋は恥骨結合の離開を引き起こすことになる。この離開力に対し、強く結合した恥骨結合内では、その支点を下方へ移動し、上部を離開、下部を近接させることによって対応する。これにより両方の坐骨が接近し、また左右の上前腸骨棘はＹ軸上で外方へ開く。この結果、仙腸関節の後下部には圧縮力が作用し、起き上がった仙骨を左右から挟み込む閉鎖力となる。また寛骨のこの動きによって、

仙骨の起き上がり運動が可能となる。ここでX軸上での内旋・外旋とY軸上での内転・外転が、それぞれ上記と異なるパターンで動くものと想定して分析すると、つぎのことが考えられる。先ずX軸上での内旋とY軸上での内転を組み合わせてみる。X軸上での内旋は仙腸関節の前方を閉じ、恥骨を内方へ坐骨を外方へ変位させる。一方Y軸上での内転は仙腸関節の下部を圧縮し、前上部を離開させる。恥骨結合上部には離開力を加え、坐骨を近接させる。このことから、X軸上での内旋と、Y軸上での内転は相反する動きの組み合わせであることが分かる。寛骨にこのような相反する動きが見られる時、仙骨は自由に動けない。このことは、仙骨の動きは寛骨にコントロールされていることを示唆している。これらのことから、寛骨が内旋するためには外転を、外旋するためには内転を伴い、それぞれ、内旋や内転等の動きが単独では起こりえないと考えられる。従って、寛骨が内旋外転するとき仙骨はうなずき、外旋内転するとき仙骨は起き上がる。この２つが仙腸関節の運動パターンであると結論づけられる。

以下で述べる考察から、耳状面の形状、仙腸関節の動き、仙骨岬角の前下方、後上方への動き、その支持性、靭帯の走行、恥骨結合部の動き、安定性、これらを全て満たすためには、寛骨の動きは内旋外転、外旋内転の複合運動以外にはありえない、という結論に達した。また、その動きの軸は弓状線上にある、という結論も得た。

恥骨結合部における動きを考慮すると、寛骨の主要な動きは外転内転である可能性が高まる。うなずき運動の時には、外転により恥骨結合部に加わる圧迫力は減少し、また起き上がり運動のときには、離開しようとする恥骨結合は内転することでその離開力を減少する。この寛骨の内転外転は、仙腸関節において仙骨を挟み込む体重支持の上でも、また前方の恥骨結合部での安定性の上でも、非常に重要な役割を果たしている。寛骨の外転内転の軸は弓状線であり、恥骨結合の動きに対する重要な支点ともなっている。このことから、仙腸関節のうなずき運動と起き上がり運動の真の運動軸は弓状線である可能性が高いことがわかる。しかし、ここで次のことを強調しておかねばならない。寛骨の内旋は外転にとって、また寛骨の外旋は内転にとって、非常に重要な要素であることに変わりはない。同様に寛骨が外転するときは内旋を伴い、内転をするときには外旋を伴うということは、耳状面の形状と動きの観察から明らかである。これらをふまえた上で、再度寛骨の動きを検証してみると、弓状線を軸とした寛骨の回転運動をどのように表現すべきであるのか非常に悩む。当初予想していたX軸上での寛骨の内旋・外旋は、恥骨結合の存在から構造上不可能であると言える。では対するY軸、つまり弓状線上での動きは純粋な内転外転と言えるのだろうか。弓状線は垂直または水平面上にはない。同様の理由から、X軸上での動きも純粋な内旋外旋とは言いがたい。すなわち、これらを軸とした運動を表す適切な言葉がない。これらのことから、寛骨の動きは内旋外転、外旋内転の複合運動であり、寛骨は仙腸関節内で動く時、内旋しようとすると外転し、外旋しようとすると内転する性質を持つ。また、この動きには恥骨結合が大きく関与していることは言うまでもない。

２．１　靭帯の走行

靭帯は付着部同士が離開すると緊張し、その動きを抑制する。

前仙腸靭帯の走行から予想されるのは、前面の線維は主に外旋を抑制し、下面の線維は外転を抑制している、ということである。

長背側仙腸靭帯（長後仙腸靭帯）は骨間仙腸靭帯の後方に位置し、後上腸骨棘、腸骨稜の内側唇と第３、第４仙椎の外側仙骨稜を結ぶ。この靭帯は外側下部で仙結節靭帯上部と指状咬合して合流している。

仙結節靭帯は長く扁平な三角形をしており、後上腸骨棘および後下腸骨棘、仙骨後面と側面ならびに尾骨の側面から起こり、下方で坐骨結節に収束している。この靭帯は外側、内側、上部の３つの線維で構成される[2]。

外側部：坐骨粗面から後下腸骨棘まで

内側部：S3、4、5の外側隆起および下位仙椎、尾骨の側縁から坐骨粗面まで。Vleemingは、この靭帯は坐骨粗面の外側と仙骨の尾部、坐骨粗面内側と仙骨の上部を結ぶように走行し、らせん状に付着していると報告している[3]。

上　部：骨間仙腸靭帯の表面を走行し、後上腸骨棘と尾骨を連結する。

うなずき運動においては、寛骨が内旋することで仙骨は前方へ、寛骨が外転することで仙骨は下方へと動くことが可能となる。このような寛骨、仙骨の動きに対する上記の靭帯の持つ作用を各靭帯の走行別に検証してみる。坐骨と仙骨下部は、寛骨の外転と仙骨の下方移動によって離れる。この時、仙結節靭帯内側部の仙骨尾部と坐骨粗面外側を結ぶ線維(横走線維)は緊張し、この動きを抑制する。一方、この仙結節靭帯内側部の仙骨上部と坐骨粗面内側部を結ぶ線維は、この仙骨の下方移動に対して動きの抑制というより、むしろ下方への動きを助長し、仙骨を引き下げる方向に走行している。このことは、寛骨の外転が強まる程、仙骨はより下方へ引かれることを意味する。この動きにより、耳状面上部はより強く圧迫されることになり、うなずき運動における耳状面前上部での圧迫による支持をより強固なものにする。よって、この縦に走る線維は、うなずき運動に対して抑制ではなく、促進的に作用していると考えられる。仙結節靭帯上部の線維は、後上腸骨棘と尾骨間を連結するため、単に寛骨に対する仙骨の下方移動を抑制している。

長背側仙腸靭帯がうなずき運動に対してどのように関与しているのかは、やや理解しづらい。寛骨が内旋して、その付着部である後上腸骨棘が外方へ変位し、仙骨がうなずいて下方へ動くと、この靭帯は緊張するだろう。この緊張により仙骨下方変位は抑制される。しかしこの張力は、仙骨側の付着部である第３、４外側仙骨稜に対する牽引力としても作用する。この力はうなずき運動に伴う仙骨下部の後上方への動きに対して協力的に作用し、仙骨のうなずき運動を促進すると考えられる。この作用は、Ｓ３、４外側仙骨稜が後上腸骨棘から長背側仙腸靭帯によって吊り下げられていると考えると理解しやすい。矢状面上で仙骨がうなずき、岬角が前下方へ変位すると、後上腸骨棘から吊り下げられているＳ３、４外側仙骨稜が支点となり、仙骨下端は後上方へ変位する。従って、長背側仙腸靭帯はうなずき運動において、付着部であるＳ３、４の前下方への変位を抑制することで結果的に下部仙骨を持ち上げ、うなずき運動を促進していると予想される。

仙結節靭帯の外側部の線維は、これらすべての靭帯を補強し、仙骨のうなずき運動に伴う側屈(坐骨から遠ざかる動き)を抑制している。

一方、起き上がり運動では、これらの靭帯群で緊張が予想される線維は、長背側仙腸靭帯と、仙結節靭帯の坐骨内側から仙骨の上部へ縦走する線維が考えられる。他の線維は、寛骨の外旋内転、仙骨の起き上がり運動では弛緩する方向に走行している。うなずき運動と同様、Ｓ３、４仙骨外側部が、この靭帯によって吊り下げられ固定されていると考えると、この緊張は仙骨の下方への動きの抑制であると同時に、動きの支点を作り出す機能をもつことになる。うなずき運動、起き上がり運動ともに、矢状面上での仙骨の回転運動であるため、特定の軸の存在が不可欠であり、それは固定されたものである必要がある。つまり、この靭帯が後上腸骨棘から常に一定の距離で仙骨を吊り下げることで、仙骨岬角が前下方へ変位すると仙骨尖は後上方へ、岬角が後上方へ変位すると仙骨尖は前下方へ変位する回転運動が可能となる。よって、この靭帯は仙骨のうなずき運動、起き上がり運動に対し、その支点として重要な意味をもつ。この靭帯がなければ、仙骨は正常なうなずき運動、起き上がり運動を起こすことはできない。またこの靭帯には脊柱起立筋、胸背筋膜、多裂筋などの付着が認められている[(2)~(3)]。これら多くの背部の筋により、仙骨に対する下方への力が間接的に支持されていると筆者は考えている。

仙骨が起き上がり運動によって上方へ変位すると、仙結節靭帯中の縦走線維が緊張する。この緊張により、その付着部である坐骨は上方へ牽引される。この牽引力は寛骨を内転させる。この作用によって耳状面下部はさらに圧迫され、起き上がり運動における耳状面下部での支持をより強固なものにする。よってこの靭帯は、うなずき運動時には仙骨の下方変位を促進し、起き上がり運動時には寛骨の内転を促進する靭帯であると言える。

その他、仙腸関節には、第１、２外側仙骨稜上の横突起結節と腸骨粗面に水平に走る短後仙腸靭帯、坐骨棘と仙骨下部、尾骨側面を結ぶ仙棘靭帯などが関与している。短後仙腸靭帯は、その走行から仙骨のうなずき運動、寛骨の内旋を抑制している。仙棘靭帯は仙骨のうなずき運動に伴う仙骨下部の後方への動きと寛骨外転に

よって、坐骨棘が仙骨外側から遠ざかる動きを抑制している。

また長背側仙腸靭帯は仙骨の下方への変位に対しては抑制的に働くが、うなずき運動、起き上がり運動そのものを抑制することはなく、むしろ協力的に機能している。仙結節靭帯の縦走線維にいたっては、うなずき運動、起き上がり運動を促進する作用を持っていると言える。

仙腸関節には骨間仙腸靭帯という特殊な靭帯があり、これは外側仙骨稜と腸骨粗面の間に張っている。靭帯の線維の向きは一定ではなく、深層と浅層に分けることができる。深層は仙骨背外側部の３つの窪みと腸骨粗面に付着している。浅層はシート状の線維で、Ｓ１とＳ２の外側仙骨稜と腸骨稜の内側面に付着する[4]。ここでは関節包の線維と深部の骨間仙腸靭帯が密接に混ざり合う。水平面での断層画像を見ると、骨間仙腸靭帯は関節裂隙のかなり深部にまで達していることが確認できる。うなずき運動、起き上がり運動に伴う寛骨の内旋外転、外旋内転により、骨間仙腸靭帯にはどのような力が加わるのかを考察してみる。仙骨がうなずき、寛骨の内旋外転が起こると、外側仙骨稜と腸骨粗面は遠ざかる。このとき骨間仙腸靭帯は緊張し、その動きを抑制する。起き上がり運動では外側仙骨稜と腸骨粗面は近づく、このとき骨間仙腸靭帯には圧縮力が加わり、仙骨と腸骨の間に挟みこまれる形となる。うなずき運動に対しては、骨間仙腸靭帯はその強靭な張力により荷重を支持し、うなずき運動を抑制する（このとき荷重の多くは耳状面前上部の圧迫という形で支持されるため、全ての荷重を支えるわけではない）。起き上がり運動時には圧迫に対してクッションの働きをすることで、仙骨、腸骨を接触による損傷から保護している。De Jarnetteは、骨間仙腸靭帯を身体の体重支持部であると断言している[5]。まさに、この靭帯の支持力がなければ仙骨のうなずき運動と寛骨の内旋外転により仙腸関節は脱臼してしまうだろう。ただし、この支持力は仙骨のうなずき運動に対し、寛骨が内旋外転を起こしているから得られるのであって、単なる並進すべり運動では荷重の全てが骨間仙腸靭帯に対する剪断力として働くので、この靭帯がどれほど強靭であろうと、その負荷には耐えられないだろう。

上に述べた靭帯の走行は、寛骨の動きが内旋外転、外旋内転の組み合わせであることを示唆している。同時に、靭帯の走行を見る限り、そのほとんどはうなずき運動を抑制するものである。逆に、起き上がり運動はほとんど抑制されない。立位での重心は仙骨のやや前方にあるため、当然ながら荷重状態では仙骨はうなずく傾向にある。そのとき仙腸関節に加わる負荷を靭帯が柔軟に吸収し、その動きを抑制することで、関節面を器質的な損傷から保護していると思われる。このことは、うなずき運動が緩衝系の運動であることを意味している。

２．２　骨梁の観察

仙腸関節のうなずき運動と起き上がり運動がそれぞれ寛骨の内旋外転、外旋内転により起こるという理論を裏づける有力な資料がある。それは骨梁の存在で、これを分析することで、骨盤帯の力学的な伝達経路を解明することができる。骨梁はKapandjiが詳しく分析している。

この骨梁は２つの成分に分解できる。１つは大腿骨骨幹の外側面の皮質層から起こり、大腿骨の皮質層の下部に達する。この骨梁は寛骨臼の下部後方から入り、坐骨棘で反転し、耳状面前上部へ達する。耳状面前上部からは恥骨へ向かう成分も確認できる。この骨梁はうなずき運動に対応した力線である。耳状面前上部に加わる荷重は寛骨臼後面から大腿骨頭へ伝わり、その一部は恥骨結合へ向かう。下肢からの反作用力は、それとは反対に向かって大腿骨にかかる力と釣り合う。もう１つは耳状面下部から起こり、上殿筋線で集中し寛骨棘を作り、そこから反転し寛骨臼上部へ扇状に広がる。そこで大腿骨骨幹および大腿骨頸部下部の内側面の皮質から起こり、上方へ扇状に広がり大腿骨頭上面の皮質骨に達する成分とぶつかる。これは起き上がり運動に対応する力線である。大腿骨内側面からの力は、寛骨臼から耳状面下部に伝わり仙骨を起き上がらせる[6]。骨梁の観察により、耳状面から起こる（あるいは向かう）骨梁は、それぞれまったく異なる２つの成分に分かれて大腿骨へ向かっていることが分かる。前額面を観察すると寛骨臼から耳状面前上部へ向かう成分は上方（脊柱方向）へ向かうように見え、下部へ向かう成分はやや水平方向に向かうように見える。これはうなずき運動、起き上がり運動それぞれの運動時における体重支持の力の方向

を示しており、うなずき運動では上体の荷重を直線的に下肢に伝達することで支持し、一方の起き上がり運動では、仙骨を側方から挟み込む力により支持していると理解できる。

２．３　股関節

骨梁の観察から、仙腸関節の動きが寛骨臼における大腿骨頭の荷重支持支点に影響を及ぼし、また大腿骨頭の支持支点が仙腸関節にも影響を与えていることが示された。大腿骨頭からの力が寛骨臼のどの位置に伝わるのかを分析するには、大腿骨頭中心部が寛骨臼内のどの位置に接するのかによって判断するのが最善だろう。そこで、寛骨臼内の骨梁の分布を股関節の各方向への動きと、大腿骨頭窩の位置関係を照らし合わせてみる。耳状面前上部からの成分が集中している寛骨臼後下部に大腿骨頭窩が移動するには、大腿骨は内旋位をとらねばならない。一方、耳状面下部からの成分が集中している前方上方部に大腿骨頭窩が移動するには、大腿骨は外旋位をとらねばならない。これら股関節の動きはうなずき運動、起き上がり運動に伴う寛骨の内旋外旋理論に一致する。そして、耳状面前上部からの力は股関節が内旋することでこれを受け止める。また股関節の内旋は、寛骨臼を経て耳状面前上部へ力を伝える。耳状面下部からの力は股関節が外旋することで下肢に伝達され、そして股関節の外旋は耳状面下部に力を伝達し仙骨を支えている。Kapandjiは、股関節の外旋により大腿骨頸部後面が関節唇を介し、寛骨臼縁に衝突することに注目している(7)。この衝突の力は寛骨を外旋させる力の一部となって起き上がり運動に寄与する。

以上を簡単にまとめると、仙骨がうなずくと寛骨は内旋外転する。股関節は寛骨同様内旋する。仙骨が起き上がると寛骨は外旋内転する。股関節は寛骨同様外旋する。当然、逆のことも言えるわけであり、股関節が内旋すると仙骨はうなずき、外旋すると起き上がる。

２．４　L5の重要性

Ｌ５は脊柱からの荷重を受け、それを仙腸関節、下肢へと伝える。下肢からの反作用力も、Ｌ５によって脊柱へ伝達される。ここで注目したいのは、脊柱からの１つの荷重成分が左右２つの仙腸関節に分散される点であり、その分岐点が腰仙関節であるという点である。そしてＬ５椎体から左右の仙腸関節に向けて脊柱からの荷重が均等に分配されるためには、Ｌ５の椎体が回旋していてはならない。この時、Ｌ５椎体が回旋している場合には回旋側により多くの荷重が向かい、それによって仙骨は強くうなずくことになる。仙腸関節に機能障害が存在しないときには、Ｌ５椎体の回旋している側の仙腸関節はうなずき運動を起こし、反対側の仙腸関節は起き上がり運動を起こす。一般的には、仙骨の下方変位側に向けてＬ５椎体が回旋すると言われている。しかし体重支持機構として仙腸関節を捉えると、Ｌ５の回旋により、その体重支持部である椎体の回旋した側の仙骨底が、荷重負荷により下方変位すると考える方が理解しやすい。ここで、Ｌ５の回旋により仙腸関節の片側にうなずき運動が生じた際の骨盤の動きを考察する。Ｌ５椎体が左へ回旋（棘突起は右へシフト）している場合には、仙骨底の左側は前下方へうなずく。この時、寛骨は強く内旋外転するので、左耳状面前上部にて仙腸関節の圧縮が起こる。仙骨は、左耳状面前上部の圧縮と骨間仙腸靭帯の張力により支持される。この時、左側の他の靭帯は全て緊張して仙腸関節の動きを制限する。股関節は内旋することで上方からの荷重に対応する。恥骨結合部では、左恥骨上枝からは内方へ向かう力が発生し、左恥骨下枝には外方への力が発生する。左恥骨上枝の内方圧に対し、右恥骨はそれと相対する力は存在しないため、右恥骨上枝は外方へ押される。これにより右寛骨は外旋しようとする。同時に、右恥骨下枝は左恥骨下枝の外方への力に牽引され、内方へ引かれる。この力は寛骨を内転させるように作用する。この右寛骨の外旋内転により、右腸骨耳状面の後下部において仙骨へ向かう前内上方圧が発生する。一方、左仙骨底の前下方変位により、仙骨は側屈すると同時に右へ回旋するため、右仙腸関節では右仙骨耳状面に後外上方への力が生じる。これら右寛骨の外旋内転と仙骨の側屈回旋によって発生する力は、右仙腸関節において右寛骨耳状面からの前内方圧と、右仙骨耳状面からの後外方圧は拮抗して釣り合う。この時、関節面の凹凸の法則に従って仙骨側耳状面が後方へすべる。右寛骨耳状面、右仙骨耳状面双方の上方への力の成分は、お互いの耳状面下部でぶつかって仙骨を上方へ持ち上げ

る力となり、仙骨を起き上がらせる。この時、股関節は外旋位を取るだろう。この状態では、荷重は左仙腸関節～左下肢によって支持されるため、この右仙腸関節の起き上がり運動は、左仙腸関節のうなずき運動に伴う二次的な動きであるといえる。

３．仙腸関節の歪みのメカニズム

３．１　仙骨耳状面に見られる左右非対称性と軸足利き足

仙骨の形態は様々で、個々にばらつきがあり、腰仙関節を形成する上関節突起ならびに仙腸関節を形成する耳状面の形状もまた多様であることが知られている。それら関節面の形態の違いは、個体間での違いもさることながら、同一の仙骨の左右を比較しても違いがある。Grieveは耳状面に関して、「角度の異なる面を少なくとも２つ有するが、しばしば３つの面を持つ。同じ個体の両側面を比較しても、それらの配置や面積は常に同じではない」と報告している[8]。このような左右の関節面に関する形状の違いが、生まれながらにしてあるものなのか、それとも成長過程での偶然の出来事によるものなのかは明らかではない。関節面の形状が異なれば、その動きにも若干の違いがあって当然であり、動きの違いがあるということは、仙腸関節の性格上、直立時に左右の関節に加わる力学的な負荷やその伝達にも違いが生じるはずである。そもそも仙骨は脊柱からの１つの力を左右２つの寛骨に振り分ける役割と、左右２本の下肢からの力を１つの椎骨へ伝えるという他に類を見ない役割を果たしている。その左右関節面の形状の違いが偶発的なものではないのであるとすると、日常の動作において左右の関節面に加わる負荷の違いや、また、その負荷が加わる時の関節運動の違いの積み重ねが左右関節面の形状の違いを作り出すのではないかと推察できる。このことを念頭におき、日常の動作や姿勢を観察すると、左右の仙腸関節の動きに明らかな違いが見られ、直立位においても、左右の足底を同様に接地しているにもかかわらず、左右仙腸関節には変位が見られることが非常に多い。左右の体重配分を計測すると、ほとんどの人に片側への荷重の偏りが見られ、その荷重側の腸骨は後方変位を起こしていることが知られている[9]。腸骨の後方変位側、すなわち仙骨のうなずき運動側に荷重がより多くかかっているという事実は、Ｌ５椎体が仙骨のうなずき運動側（いわゆる腸骨後方変位側）へ回旋し、脊柱の荷重を同側へ伝達していることを考えれば、当然の結果として理解できる。日常生活の中では、立位においてほとんどの人は片側へ荷重をかけた状態で立っていることが多く、体重を支持する側は左右どちらかに偏っている。今、その支持する側の脚を軸足と呼ぶことにする。この軸足が、いつ、何によって決定されるのかは不明であるが、これは一生を通して不変であると考えられる。そして、軸足が決定された時点から、荷重は軸足側へより多くかかることになり、その結果、仙腸関節の関節面はそれに対応すべく成長するだろう。もし先天的に左右の耳状面の形状が決定されているのであれば、左右どちらか一方がよりうなずき運動を起こしやすい構造となり、その結果として、荷重はその方向へ多くかかるようになるのかもしれない。軸足が左右どちらの脚であるかを観察すると、圧倒的に左脚であることが多い。この偏りにはおそらく、左右偏向の大きな要素である利き手、利き足が関与しているはずである。利き手に関しては非常に多くの研究がなされている。利き手は右手であることが圧倒的に多く、様々な文化圏で行われた研究でも、右利きの出現率はほぼ90%とされている[10]。なぜ右利きが大多数を占めるのかについては多くの理論が存在し、いまだそのすべての解明には至っていないようである。利き手には大脳の機能上の卓越性が大きく関与し、左脳が優位に働けば右利きとなる。左脳は当然、右足の機能をも支配するのであるから、右利きの人は足においても利き足は右となる。右足を優位に使うためには、右足に荷重をかけていては使いづらくなるのは当然であり、必然的に左足が軸足となる。このように考えると、左足が軸足として圧倒的多数を占める理由は解明される。しかし、左足が軸足である割合は90%には達していないように筆者には思われる。また、右足が軸足である人のすべてが左利きというわけではない。これは単純に、右利きであるから左軸足であるとは断言できないようである。日常生活の中で利き足を意識することは少ない。最も分かりやすいのは、どちらの足でボールを蹴るか、ということくらいである。それに対し、軸足は比較的容易に判定できる。端

的にいうと、日常的に荷重を支持している側、つまりうなずき運動側が軸足である。前述のように、軸足は左であることが圧倒的に多い。日常生活において利き足を意識することは少ないが、軸足に関わる動作は意外と多い。軸足は日常的に荷重を支える足であり、仙骨のうなずき運動側である。このことから、軸足は緩衝系の足であるといえる。筆者自身は完全な左軸足人間であり、自分自身を観察することで多くの発見につながった。軸足が関わる動作は数多くあり、立位においては当然左に荷重をかけていることが多い。座位も同様で、左坐骨に多くの荷重が加わっている。さらに座位にて足を組むことも多いが、必ず右脚を左脚の上に乗せている。逆に組めないこともないが、安定感がまるで違う。右利きの人は座位にて字を書く時など、左肘をつき左坐骨に荷重をかけた方が書きやすい。やはりこれも、利き手との関連を示唆しているといえる。座位に関しては、立位から座位に移る時に注意深く観察すると、左軸足の人は左坐骨から先に着座するのが分かる。これは軸足側に荷重比率が高いことと、軸足側の緩衝性が関与しているものと考えられる。また正座を崩した座位、いわゆる横座りに関しても、多くの人は一方向への偏りがある。これは寛骨の内外旋により説明することができる。軸足側は仙骨のうなずき運動側であり、寛骨の内旋側であるため、必然的に軸足側股関節が内旋するように足を崩して座る。日常生活を注意深く観察すると右脚、左脚の役割分担は割とはっきりしているようで、その中で左脚を軸足として行うことを強制されていることは多い。例えば円周上を回る運動、陸上のトラック競技、スピード・スケート、野球のベース・ランニング等は、すべて左回りである。なぜそのようなルールが出来たのか正確に把握してはいないが、これを軸足、うなずき運動の観点から検証すると理論的な説明が可能である。まず左回りのコーナーを走るとき、骨盤帯にはどのような動きが必要になるだろうか。走りながら左へ曲がるためには、体重は左前方へ移動しなければならない。この動作中に、重心は左へ大きく移動する。その荷重は当然左脚が受けることになる。この時、仙腸関節で生じる左仙骨のうなずき運動により、腰椎椎体は左へ回旋して進行方向に向かう。これを継続することにより荷重は常に左脚へ流れる。これに対し、右側は前方への推進力を発揮する。右仙骨起き上がり運動によって股関節の伸展力を、体幹を前方へと推進させる力として脊柱へ伝達する。このように左回りの運動において、左右の下肢と仙腸関節の役割分担ははっきりと別れており、これは完全な左軸足による運動であると言える。圧倒的に多い左軸足にとって、この左回りは骨盤帯の運動学的にも有利な条件であり、右回りよりも左回りのほうがランニング運動は行いやすい。ほとんどの周回運動が左回りであるのは、圧倒的多数を占める左軸足の人にとって、経験的に左へ回りやすいことから、自然発生的に生まれたルールといえるのではないだろうか。また左軸足の場合、右回りは行いにくいことを考えると、少数派である右軸足の人たちは、これらの競技において本来不利な左回りを強いられていることになる。他にもいくつか分かりやすい例を挙げると、自転車等の２輪の乗り物は、ほとんどが左側から乗降することを前提に作られている。「回れ右」の動作は完全な左軸足運動である。自動車の運転に関しては、急制動など俊敏な動作は右足を使う。オートマチック車は右足のみの操縦である。急制動のような不測の動きに対応するためには、右側にはあまり荷重をかけていない方が望ましい。これらとは逆に、右軸足でなければ行えないような動作はあまり見あたらない。手で使用する道具等は、左利き用も多く開発されているが、利き足が左用の道具はなく、普段利き足を意識することもない。サッカーや陸上の跳躍系の選手等は別として、普段の生活の中で利き足を意識することはない。上述のような事実はすべて左軸足、つまり右利き用に統一されており、これはやはり圧倒的に多い右利きの出現率に関係しているだろう。仙腸関節の耳状面の左右非対称は、これら利き足と軸足という下肢の役割分担に起因している可能性が高い。軸足側は荷重を支持し、うなずき運動を行いやすいように成長し、その緩衝性を高める。利き足側は、より自由に動きやすく、力学的な伝達と作用を重視するよう成長していく、と考えられる。当然ながら、成長期における運動の質と量、姿勢、遺伝等様々な影響が及ぶことは言うまでもない。一度決定した（元々決まっている？）軸足、利き足は一生変化することはない。役割が決まっている以上、日常生活における負荷のかかり方

にも偏りが生まれる。それは身体のゆがみの原因となりうる。それが過剰になれば身体のバランスや機能に影響し、不調の原因となるのは必然である。意識する、しないに関わらず、ほとんどの人は無意識に左右の役割分担を行っている。歩行中片手に荷物を持つ、子供を抱っこする、足を組む、ジャンプの着地等々、荷重をかける側はほとんどの人で軸足側に偏る。これは軸足側が荷重を請け負う役割を担っているからであり、軸足側の仙腸関節はその負荷に耐えうるよう発達し、うなずき運動により、その衝撃を緩衝している。以上のことから、日常動作においてその左右の使い方に明らかな偏りが見られるとき、仙腸関節は左右が相反する動きとなって捻れ現象を引き起こす。この傾向が長期にわたると、よりいっそう仙腸関節機能の偏りを助長し、その結果として骨盤帯の変位と機能障害を引き起こす。骨盤帯の変位や機能障害は、それを土台とする脊柱およびそこに連結する下肢に影響を与え、他部位の機能障害の原因となりうる。

明らかな軸足側に起こりうる問題は、仙骨の起き上がり運動不全が考えられる。その原因となりうるものは、寛骨の内旋外転変位（いわゆる後方変位）、仙骨の前方変位またはＬ５の回旋変位である。明らかな利き足側に起こりうる問題は仙骨のうなずき運動不全であり、その原因としては、寛骨の外旋内転変位（いわゆる前方変位）、仙骨の後方変位またはＬ５の回旋変位が考えられる。また一側の起き上がり運動不全は、対側のうなずき運動不全を引き起こす原因となり、逆もまた然りである。

３．２　抗重力機構としての仙腸関節
—上昇と下降—

これまでの分析から軸足、利き足と仙腸関節には密接な関係があることが分かった。軸足側は荷重支持のためうなずき運動を起こし、利き足側は自由に動き、そして下肢の筋力を効率良く脊柱へ伝達するために起き上り運動を起こす。この２つの動きは全く相反する動きであるが、反面、互いに協力的な動きであるとも言える。つまり、片側が強くうなずくと反対側は強く起き上がり、逆に片側が強く起き上がると反対側は強くうなずく。これを軸足、利き足の観点から見ると、軸足側で完全に荷重を支持すると同側は強くうなずき、利き足側は強く起き上がる。言い換えると、軸足側がうなずき運動を起こすことによって利き足側を持ち上げているとも表現できる。この時、上体の荷重は軸足側へ下降する。その力が仙腸関節の抗重力機構によって、利き足側を上方へ上昇させる。この上昇する力があって初めて、利き足は荷重から逃れて自由に動けるようになり、また重力に逆らって身体を動かせるのである。東洋医学では、上昇下降といった表現によって病を捉えることが多い。これを骨格に置き換えると、この上昇下降をコントロールしているのはまさに仙腸関節であり、仙骨のうなずき運動と起き上がり運動の関係は、東洋医学的な考え方である「陰が陽を作り、陽が陰を作る」と言う表現がピタリと当てはまる（丹田とは仙骨底のことを指すのではないか？）。例えば、立位にて下肢を屈曲することなく右側の下肢を持ち上げるとする。この動作は右側の下肢を持ち上げようという意識でなされるが、逆に左の下肢を下に押し付ける動作でもある。つまり、仙腸関節では左がうなずき運動を起こすことで、右仙骨が起き上がり運動を起こし右半身を持ち上げている、とも解釈できる。いわば、左の下降によって右は上昇することが可能となるのである。強く右側の下肢を持ち上げようとするほど、左を下方へ押し下げなければならない。反対に、徐々に持ち上げる力を小さくしていくと、最終的に２足直立の状態となる。しかし、この状態でも左右の荷重比率は均等ではないことが多い。つまり仙骨は捻れていることを示す。これが意味していることは、ヒトが重力に逆らって活動をする上で、身体を上方へ持ち上げる力が必要不可欠であり、その力は筋力だけで成されるのではなく、骨格、特に仙腸関節がその重要な役割を担っているということである。荷重の支持が両側の均等なうなずき運動により行われるときには、力は下降の要素が強まり、重力に対し安定した状態ではあるが、上昇つまり身体を上方へ持ち上げる力には欠ける。しかし一般的には左右の下肢が支える荷重は均等ではない。ということは、ヒトは荷重を常に片側で支えることで、仙腸関節が下降の力を上昇のエネルギーに転換し、２本の足で重力に抗し活動できるようにしている、とも言える。仙骨の捻れは、そのための措置であると理解して良いのではないだろうか。そし

て軸足、利き足を有するヒトにとっては、その捻れに偏りが生じたとしても、それをただちに異常とは言いがたい。

このように捉えると、仙骨はあえて捻れているようにも思われる。この捻れは異常ではなく正常な機能であり、必要な機能であるとも言える。仙骨を真直ぐに矯正したとしても、それを維持することは構造上困難である。しかし、このことは「矯正しても無駄」、「矯正する必要がない」という意味では決してない。むしろ正常な範囲を逸脱しないよう常に監視と矯正の必要性があるということの根拠となるだろう。

参考文献

(1) Kaltenborn,F.M : Manual Therapy for the Extremity joints、Specialized Techniques、Tests and Joint-Mobilization、Olaf Norlis、Bokhandel、 Oslo、(1976)

(2) Vleeming A 、 Pool-GoudzwaardAL 、 HammudoghluD、Stoeckart R、Snijders CJ、Mens JMA 1996 The function of the long dosal sacroiliac ligament : its implication for understanding low back pain.Spine 21(5)、pp.556-562

(3) Willard FH 1997 The muscular、ligamentous and neural structure of the low back and its relation to back pain、In : Vleeming A、Mooney V、Dorman T、 Snijders C、Stoeckart R(eds) Movement 、 stability and low back pain、Churchill Livingstone、Edinburgh、ch1、pp.3

(4) Diane Lee（丸山仁司監訳）：ペルビック・アプローチ、医道の日本社、(2001)、pp.21

(5) M.B.De Jarnette（前田滋訳）：Sacro Occipital Technic、スカイイースト、(1979)、pp.251-252

(6) I.A.Kapandji（荻島秀雄監訳）：関節の生理学Ⅱ下肢、医歯薬出版株式会社、（1988）、pp.22-23

(7) 文献(6)、pp.36

(8) Grieve GP 1981 The hip、 Physiotherapy 69、pp.196

(9) 山本尚司：スポーツコンディショニングとマニュアルセラピー、ー身体バランスと仙腸関節機能からの考察ー、日本カイロプラクティック徒手医学会誌 Vol. 4、（2003）、pp.6

(10) Sally P.Springer、Georg Deutsh（福井圀彦、河内十郎監訳）：右の脳と左の脳第２版、医学書院、（1997）、pp.148-149