

# 脳性麻痺／脳血管障害を持つサッカー選手の クラス分けに関する調査

田 中 暢 子      高 橋 雅 足  
柴 田 昌 和

## 1. はじめに

適度な刺激は骨量の増加に働くと考えられており、なかでもスポーツ・運動による力学的負荷が骨密度の維持・増加に有用であるため、一般的にスポーツ選手の骨量は運動していない人よりも高いとの報告は散見される<sup>1),2)</sup>。

本研究で着目した脳性麻痺 (Cerebral Palsy) を有する人は、一般的に、骨密度の低下が認められるといわれている。骨密度と脳性麻痺との関連性が問われる背景に、運動機能障害が骨密度の低下に関与しているとされ、加えて骨密度低下が大腿骨骨折を引き起こす要因であるとの指摘がある<sup>3)</sup>。こうした指摘は、脳性麻痺を有する児童に対する教育・リハビリテーション・介護といった場面でも対応が検討されている<sup>4)</sup>。また、特に先天性障害である脳性麻痺がある人に関する骨密度調査は、Sheridan<sup>5)</sup>が成人の脳性麻痺者を調査したものがあるが、白垣<sup>4)</sup>や松山<sup>6)</sup>の研究などのように多くの調査が幼児期のものに集中しており、成人して立位でスポーツが可能なものに対する調査、特に脳性麻痺を有する競技選手に関する骨密度検査は、先行研究を渉猟し得た限りでは国内外ともに研究実績は乏しい。

本稿で着目する脳性麻痺 (及び脳外傷) を有するサッカー選手は、身体障害者のスポーツの最高峰であるパラリンピック種目のひとつである7人制サッカーに取り組んでいる。障害者の競技大会では、クラス分け制度が設けられていることが多い。日本の障害者スポーツを統括団体である日本障害者スポーツ協会<sup>7)</sup>の公式ホームページによれば、クラス分け制度を用いる理由として、「障害の種類や程度などの医学的側面や実施競技に関連する運動機能面などによって選手を区分し、そのカテゴリーごとに競技を行うようにして」おり、このカテゴリーを「ク

ラス分け制度」と呼ぶとしている。

本研究の調査対象とした脳性麻痺のある人が行う7人制サッカーにも、クラス分け制度が設けられている。脳性麻痺7人制サッカー（以下「CPサッカー」）では、国内・国外ともに4クラス（C5, C6, C7, C8であり、C5は最も運動機能障害が重くC8は比較的軽度である。クラスの詳細については、後述する）に分かれている。競技会では、クラスにより出場できる人数が取り決められており、チーム編成を考える上で重要な要素となる。しかし、それぞれのクラスの特徴的な運動機能が示されてはいるものの、国内で判定されたクラスと国外で判定されたクラスが異なった事例もあり、クラス分けの適格性が国際大会でのチーム編成の課題となることもある。そのため、特にクラス分け判定の難しい軽度の両麻痺性の障害と片麻痺性の障害のクラス判定に関する研究が求められている。加えて、神（2011, インタビュー）が指摘するように、特にアテトーゼ型の脳性麻痺の選手は年齢が高くなるにつれ障害の進行や2次障害への対応も検討が求められる。片麻痺性の障害の選手では、左右の踵骨の骨密度に差があるという仮説を立て、骨密度測定がクラス分けに有用であると考えた。そこで本調査は、日本脳性麻痺7人制サッカー協会の協力を得て、こうしたクラス分けシステムへの応用への貢献を目的として実施した。また、クラス分けの課題を明らかとするために、クラス分けの歴史と現状に詳しい日本脳性麻痺7人制サッカー協会関係者2名にインタビューを行った。

尚、脳性麻痺者のサッカーではあるが、後天性である脳外傷（但し運動機能障害が認められる人に限る）を有する人も、パラリンピックのみならず国内大会の出場も認められているため、今回の調査では、脳性麻痺、並びに脳外傷を有する選手双方を調査対象とした。

## 2. CPサッカーの発展とクラス分けの課題

### 2-1. CPサッカーの歴史とクラス分け

日本脳性麻痺7人制サッカー協会は、2001年4月に設立され、2002年に日本パラリンピック委員会に加盟した。設立1年前の2000年に、第1回韓日脳性麻痺障害者サッカー大会に日本から韓国へ選手を派遣したが、この頃は、組織というよりはサッカーをやりたい人が集まる集団といった様相だった（神, インタビュー, 2011）。2002～2006年の頃は、脳性麻痺の典型的な運動機能障害であるC6クラスの選手が多かった。尚、日本代表チームの世界大会の初出場は2005年である。また、4つのクラス（C5, C6, C7, C8）の特徴については、表1にまとめた<sup>(注1)</sup>。

2006年頃より、国際大会で障害程度が軽い選手の出場が目立つようになった<sup>(注2)</sup>。日本はC

6やC5と比較的運動機能障害の重い人が多かった。神（インタビュー，2011）によれば，2007年，ブラジルで開催された世界大会にて，「障害程度が重い選手が多い日本チームは，（運動機能障害の極めて軽い）C8などの選手を出さないと，試合に負けるよといったアドバイスを受けたこともある」という。また2009年，日本代表チームは，クラス分けの判定について，国外と国内での判定が異なるという経験をした。C6とC7と国内で判定され派遣した2名の選手が共にC8と判定され，C8の選手がベンチに4人もいるという事態となった。神（インタビュー，2011）によれば，比較的運動機能障害の軽いC8の選手がベンチで試合を見ていなければならない，クラス分けシステムの適格性がチーム編成に与える影響を強く感じたという。

2011年に開催された世界大会に敗戦し，残念ながら日本チームは2012年のロンドンパラリンピック出場権の獲得には至らなかった。世界に勝つためには，特に軽度といわれるC8クラスの選手の発掘，クラス分けも考慮したチーム編成，さらには戦略的な強化プログラムの構築も重要な要素となりうるといった新たな局面を迎えた（神，2011，インタビュー）。一方で，2011年より，現在のCPサッカー愛好者のニーズに応えるものとして，5人制のサッカー大会をエキシビションで開催した。本人も障害を有し，C6クラスである栗本（2011，インタビュー）は，5人制サッカー<sup>(注3)</sup>に健常者も含めた試合を設定する事に対し，チームに動きまわられる人がピッチに入ること，運動機能障害の重い選手は自分のプレーに集中できる良さがあるという。いずれにせよ，世界で戦うチームづくりにしても，様々な人がサッカーを楽しめる場の設定にせよ，様々な運動機能レベルの人をどのように配置し，チームを編成するのは，クラス分け制度における共通の課題であるといえる。

## 2-2. CPサッカーにおけるクラス分け

そもそも脳性麻痺や脳障害は，人口的にも決して多い障害種別とはいえない。アメリカでは，約764,000人の脳性麻痺児者がいるといわれている<sup>8)</sup>。運動機能障害が比較的重度な人は，幼少期に発見されやすいが，C8クラスにあたる最小障害の人では，運転免許の取得の際に何らかの運動機能障害が認められたり，運動が苦手だと思っていた人が青年期に脳性麻痺と診断されるなど，日常生活ではほぼ問題を感じることなく成長したものの発達期や青年期で脳性麻痺と判定される人もいる（神，インタビュー，2011）。

脳障害の人では，若年性の脳血管障害や，交通事故など何らかの事故で，身体機能に何らかの運動機能障害が認められる人もいる。

クラス分けは，クラス分け委員資格を得た医師や理学療法士などの医学関係者を中心に行われる。CPサッカーに用いられている4つのクラスは，それぞれに運動機能の特徴がある。C

表1 各クラスの特徴

クラス	運動機能	サッカープレイ中での運動機能制限の特徴
C5	両麻痺性／対麻痺性 ／二重半身不随性／ ジストニー性	回転、ピボット、停止動作、そして走るといった動作が困難である。歩幅の縮小及び／または体力の消耗があり、トラップをかけるのも難しい。動作制限があるため、続けて運動を行うことは難しい。
C6	アテトーゼ型／運動 失調性／混合型脳性 麻痺	ボールの有無にかかわらずに停止、俊敏に方向を変換する動作は困難。ランニングしながらドリブルやボールコントロールを行うことや、急激な動作や垂直にジャンプすることも難しい。パスの時、ボールに触れない足がもう一方の動きを妨げることがある。四肢の全てに筋失調性アテトーゼがある選手は、最小障害でない限りこのC6に分類される。
C7	片麻痺性／半身（前 頭面）に認められる	障害のない片面は問題なく成長し、ウォーキングやランニング動作の妨げにならない。ただし踵での歩行は困難であり、また障害のある足や障害のある片面でのホッピング、バランス維持やサイドステップなどの動作を行うことは特に難しい。
C8	両麻痺性／対麻痺性 ／二重半身不随性／ ジストニー性など	ランニング時は限りなく健常に近い機能を発揮する。やや足を引きずって歩くことはあるが、ランニングに関しては全く問題が見られない。運動機能障害は、最も健常者に近い。

出所：国際脳性麻痺者スポーツ・レクリエーション協会（CP-ISRA）（2010）クラス分け規約<sup>9)</sup>より一部抜粋し作成、及び神（インタビュー、2011）や栗本（インタビュー、2011）らをもとに筆者が加筆した。

5は最も運動機能に制限がある（表1）。C6は、C5と比べ比較的運動機能障害は軽いですが、ボールコントロールやランニングなど細かい運動に明らかな障害が認められる。C7は片麻痺性の麻痺があり、健側と片麻痺側の差異が認められる。C8は、比較的障害が軽く、日常生活ではほぼ障害の知識のない人からは障害に気づかれなほど軽い運動機能障害を有することが多い。

### 3. 対象と方法

測定対象は、2011年9月17日（土）～19日（月）に岐阜市北西部運動公園で開催された第11回CPサッカー全日本選手権大会にエントリーした56名の選手の内、国際大会出場経験のある選手を中心に22名（15～44歳）である。全て男性である。C5クラスは3名、C6クラスは7名、C7クラスは9名、C8クラスは3名であった。最終的な対象選考は、日本脳性麻痺7人制サッカー協会に依頼した。ちなみに、クラス毎にサンプル数のばらつきはあるが、これについては今後の課題と捉えている。また、今回の調査は、クラス間の違いを見る第1回目の調査であったため、脳性麻痺及び脳外傷以外のコントロール群は特に設けなかった。

測定方法：測定日は、9月18日、19日の2日間に分けて行われ、両日共に晴天であった。大

会本部のテント内に測定場所を設置した。測定には、超音波法 Lunar 社製アキレスを用い、Stiffness 値について検討した。Lunar 社の解析表によれば、Stiffness とは「骨密度に相当する超音波骨密度の指標」のことである。尚、骨量の測定部位は左右の踵骨とした。また、測定前に、調査に協力した選手全員に調査目的を伝え、同意書に署名してもらった。

また、日本脳性麻痺 7 人制サッカー協会の副理事長である神氏と理事の栗本氏の 2 名にインタビューを行い、クラス分けの課題、歴史、動向について聞いた。

#### 4. 結 果

CP サッカー選手における超音波パラメーターの Stiffness 値を検討した。本調査の対象とした 22 名全員の Stiffness 値の平均は、約 104.5%<sup>(注4)</sup>であった (表 2)。C5 と C6 クラスはほぼ脳性麻痺 (CP) を有する選手であった。また、22 名中 5 名に骨折の経験があった。骨折経験者の内訳は、C5 クラスに 1 名、C6 クラスに 2 名、C7 クラスに 2 名、C8 クラスに 0 名、また脳性麻痺 (3 名) 及び後天性 (2 名) であった。

次に、クラス間の比較であるが、まず C5 クラス 3 名の両踵の Stiffness 値の平均は、約 110.8%であった。右踵の平均値が約 111.3%、左踵は約 110.3%であり、左右差は僅か 1%と大きな違いは見られなかった。C5 クラスは、表 1 に示したように運動機能の障害が最も重く、ボールコントロールや走力に障害が顕著であるとされるが、4 つのクラスの中で全員が Stiffness の左右平均値が 100%を上回った。

C6 の選手 7 名の両踵の Stiffness 値の平均は、約 112.4%であった。右踵の平均値は約 111.4%、左踵は約 113.3%であり、C5 と同様に、左右差は僅か 2%と大きな違いは見られなかった。また、Stiffness 値の平均も 1 名を除いて、100%を上回った。また、全クラスで最も左右差が少なかったのは、この C6 クラスであった。

C7 クラスの選手 9 名の両踵の Stiffness 値の平均は、98.3%であった。右踵の平均値は約 100.7%、左踵は約 94.9%であった。C7 クラスで顕著に目立ったのが、9 名中 5 名の Stiffness 値が 100%を下回り、内 4 名が 80%台であったことである。また、片麻痺者が属する C7 クラスであるが、7%以上の左右差が生じた選手は 9 名中 5 名であり、C7 は最も左右差が認められた選手が多いクラスであった。

最後に C8 クラスの 3 名の選手であるが、両踵の Stiffness 値の平均は、89.3%であった。右踵の平均値は約 99.3%、左踵は 79.3%であった。1 名の選手の左右差が極端に出ていたため、数回にわたり再検査をしたが、結果は変わらなかった。この選手の値が全体的な平均値を下げ

表2 クラス全体の平均 (22名)

年齢 (歳)	右踵 Stiffness 値 (%)	左踵 Stiffness 値 (%)	平均 Stiffness 値 (%)
約25.8	106.6	102.2	104.5

表3 C5クラス (3名)

	年齢 (歳)	右踵 Stiffness 値 (%)	左踵 Stiffness 値 (%)	両踵平均 Stiffness 値 (%)	過去にクラス 変更があった 選手	骨折 経験	脳性麻痺 (CP) を有する選手
C5-1	15	104.0	96.0	100.0			CP
C5-2	34	102.0	99.0	100.5		有	CP
C5-3	28	128.0	136.0	132.0			CP
平均	約25.7	111.3	110.3	110.8	0名	1名	

表4 C6クラス (7名)

	年齢 (歳)	右踵 Stiffness 値 (%)	左踵 Stiffness 値 (%)	両踵平均 Stiffness 値 (%)	過去にクラス 変更があった 選手	骨折 経験	脳性麻痺 (CP) を有する選手
C6-1	32	103.0	107.0	105.0	C5⇒C6		CP
C6-2	23	94.0	98.0	96.0			CP
C6-3	36	116.0	111.0	113.5		有	CP
C6-4	44	112.0	115.0	113.5	C7⇒C6		
C6-5	40	114.0	110.0	112.0		有	CP
C6-6	18	127.0	131.0	129.0	C8⇒C6		CP
C6-7	25	114.0	121.0	117.5			CP
平均	31.1	111.4	113.3	112.4	3名	2名	

た主たる要因と考えられるが、C8クラスの3名の選手の Stiffness 左右平均値が100%を下回る値であった。今回、C8クラスは3名のみの測定であったが、過去にC8クラスと判定され、現在は他のクラスに属している選手が3名いた。しかし、過去に判定を受けた3名と現在C8クラスに属している選手3名の計6名と骨密度の関連性については、特記することはない。

表5 C7クラス(9名)

	年齢 (歳)	右踵 Stiffness 値 (%)	左踵 Stiffness 値 (%)	両踵平均 Stiffness 値 (%)	過去にクラス 変更があった 選手	骨折 経験	脳性麻痺 (CP) を有する選手
C7-1	30	86.0	86.0	86.0		有	
C7-2	23	80.0	84.0	82.0		有	
C7-3	32	114.0	112.0	113.0	C7⇒C8⇒C7		
C7-4	18	110.0	102.0	111.0			CP
C7-5	17	121.0	114.0	117.5			
C7-6	32	95.0	82.0	88.5	C8⇒C7		CP
C7-7	29	103.0	85.0	94.0			CP
C7-8	21	112.0	100.0	106.0			CP
C7-9	16	85.0	89.0	87.0			CP?
平均	24.2	100.7	94.9	98.3	2名	2名	

表6 C8クラス(3名)

	年齢 (歳)	右踵 Stiffness 値 (%)	左踵 Stiffness 値 (%)	両踵平均 Stiffness 値 (%)	過去にクラス 変更があった 選手	骨折 経験	脳性麻痺 (CP) を有する選手
C8-1	23	80.0	83.0	81.5			
C8-2	28	114.0	114.0	114.0			
C8-3	29	104.0	41.0	72.5			CP
平均	26.7	99.3	79.3	89.3	0名	0名	

## 5. 考 察

### 5-1. 測定結果から「踵骨骨密度測定とクラス分けについて」

本調査は、CPサッカー選手のクラス分けがよりの確に実施されるよう、クラス分けの発展に貢献することを目的とした。CPサッカーにおけるクラス分けと骨密度の関係性に関する先行研究は乏しく、十分な比較検討はできないが、以下の3点が明らかとなった。

第1に、片麻痺者を対象とするC7クラスに、最も左右差が見られたことがわかった。LinとHenderson<sup>10)</sup>が片麻痺では麻痺側に骨密度の低下が見られたと指摘しているように、本調査でも、片麻痺のクラスであるC7クラスの選手に、顕著なStiffness値の左右差が見られる選手が9名中5名いた。一方で、C7クラス全員に左右差が認められていないことや、他のクラスにおいても左右差が認められた選手がいるなどの結果も出ており、継続的な調査が必要であ

と思われた。とはいえ、本調査の仮説であった明らかなる左右差が認められる選手がいたことは、今後、C7クラスのクラス分けの適格性に対し骨密度検査は何らかの貢献ができる可能性を示唆した結果であった。

第2に、両種の左右差に大きな差異がなく、またほぼ全員の Stiffness 値の平均が100%を超えたのは、C5とC6クラスの選手であることがわかった。このクラスは、共に脳性麻痺の障害を有する人が多いクラスでもあった。骨折経験者はいるものの比較的骨密度が高く、C5クラスとC6クラスの Stiffness 値の平均はいずれも110%を超えた。また、C6クラスには、年齢が30代以上の選手が4名いたが、いずれの選手も100%を超えた高値を示した。一方で、片麻痺者のC7クラスと運動機能障害の軽いC8クラスには、共に Stiffness 値が80%代と低値を示す選手がいた。

第3に、C6クラスは、クラス分けの変更といった経験を持つ選手が3名いた。サンプル数が多かったこともその理由として考えることができるが、今後、クラス変更と骨密度の関連性、及びクラス分けの適格性について、更なる検証の必要性を示唆するものであった。また、過去にC8クラスと判定された選手が3名と、現在C8と判定されている選手3名、計6名の骨密度測定結果に一定の関連性は認められなかった。C8クラスは、最も健常者に近い最小障害であり、世界大会で上位に勝ち進むためには、このクラスの選手の発掘・育成は重要である(神, インタビュー, 2011)。そのため、今後、C8クラスの選手に対するクラス分け判定に、骨密度検査をはじめとする測定項目を考えていく課題が認められた。

## 5-2. サッカーの競技特性と脳性麻痺の障害特性

Lin と Henderson<sup>10)</sup>の脳性麻痺者を対象とした調査によれば、下肢は上肢に比較して骨密度の低下が軽度であったという。サッカーは、身体全体を使うスポーツではあるが、ピッチ内の動きが激しいことに加え、ボールコントロールなど比較的下肢を頻繁に使うスポーツでもある。実際に、サッカーを行っている人の骨密度の平均値は比較的高いといった報告がある。たとえば、片平ら<sup>11)</sup>は、高校生の男子サッカー部を比較したところ、サッカー部員34名に対し Stiffness 値の平均値は121.7%であり、コントロール群とした運動部に所属しない一般学生の平均106.4%を上回ったと報告している。また辻ら<sup>2)</sup>は本調査とは異なる X線方式を用いているが、サッカーとバスケットボールの骨密度が高値を示したことを明らかとし、サッカーを行っている選手の骨密度が高いことを明らかにした。片平らの調査の対象群であるサッカー選手の121.7%と比較すると、本調査の Stiffness 値の平均値は104.5%と低かった。また、片平らの調査のコントロール群と比べると、CPサッカー選手の Stiffness 値は104.5%と僅かに低かつ



た。Lunar社の20歳代男性の平均値がおおよそ104%であることを考えると決して低い数値とはいえないが、一方でCPサッカーの選手がサッカーを日常的に行っていると考えると高値ともいえない。

次に、立位姿勢によって下肢の骨へ生じた機械的刺激が、上肢に比較して下肢での骨密度低下を防いだのではないかと白垣ら<sup>4)</sup>の報告に依拠すると、CPサッカーの選手は他の競技種目を行っている、または日常的に運動を行っていない脳性麻痺と脳障害の選手よりも骨密度は高く出る可能性はある。加えて、白垣らの報告などから、踵骨の骨密度は他の身体の部位よりも高い可能性があるのではないかと推測できる。しかし、こうした先行研究と、本調査の調査目的であるクラス間の障害の運動機能障害の特徴と骨密度の関係性を明らかにし、クラス分けの適格性に貢献するためには、コントロール群の選定も含め、Stiffness値を読み取っていく必要があるといえる。また、クラス分けの適格性を明確に示すものとして、骨密度だけでなく、他の測定項目を設けたり、選手の日常的なトレーニング状況や栄養摂取などに関するアンケート調査の実施なども考慮していく必要がある。

## 6. ま と め

本調査は、CPサッカーのクラス分けの適格性の向上といった最終目標を達成するために、クラス間に見られる骨密度を測定した。仮説のとおり、片麻痺者が多いC7クラスには他のクラスと比較し左右差が認められた選手が多かったが、骨密度とクラス分けの関連性を示す絶対的な結果を認めることはできなかった。さらに多くの人数の測定が必要である。またコントロール群を設けていないため、CPサッカーの特徴として他の集団と比較はすることはできなかった。今後、他の測定項目を用いたり、他の競技に取り組んでいるC5からC8クラスの脳性麻痺者のコントロール群を設けるなど、CPサッカーのクラス間の特性とサッカー競技の特性を明らかにする調査を継続する必要がある。また、継続的な調査においては、Sheridan<sup>5)</sup>が栄養摂取と骨密度、脳性麻痺との関連性について指摘したように、栄養摂取に関するアンケートの実施も検討すべきであろう。実際に、22名中5名に骨折経験があり、加えて、若い選手の中には栄養に関する知識の浅い選手もいた。さらにトレーニング状況やコンディションについての調査実施も、併せて検討する必要があると思われる。とはいえ、CPサッカーのクラス分けにおいて、多角的な指標に関する研究実績は浅い。本研究は、踵骨骨量の左右差が片麻痺(クラス)であることを示す有力な指標となる可能性を示したという点で発展性のある調査といえる。さらに症例数を増やし、検討を加える予定である。

## 注

- (1) 脳性麻痺者のクラス分けについては、脳性麻痺者のスポーツの国際統括団体である、国際脳性麻痺者スポーツ・レクリエーション協会（CPISRA）がサッカーを含む脳性麻痺者のスポーツのクラス分けの国際基準を示している。本稿でも、CPISRAのクラス分け基準の説明を参考にした。
- (2) 日本ではC8クラスの選手が増えたのは2006年頃であったが、世界では、2000年のシドニーパラリンピックではクラスごとの制限、特にC8クラスに対する出場規規制がなかったため、C8が6人、C6が1人というチーム編成が可能であった（神、インタビュー、2011）。C8は最小障害であったため、神（インタビュー、2011）によれば、おそらく、CP-ISRAをはじめとする関係者の中で検討課題となり、軽度の選手を減らそうという動きとなり、アテネパラリンピックでは3人まで、北京では2人までという出場制限を設けられたのだろうとのことである。アテネパラリンピックでは、CPサッカーに限らず、クラス分けにおいて最小障害はひとつの検討課題として、他の競技種目でも実際に話し合いが行われていた。
- (3) 5人制サッカーは、3つのクラスを設け、運動機能障害の程度によって得点に差を設けている。1ゴールにつき、最も重いクラスAは2点、Bは1点、最も軽いクラスCはゴールをしても0点としている（日本脳性麻痺7人制サッカー協会、2011）。
- (4) 全てのStiffness値及び年齢の平均値が小数点第2位以下であった場合は、四捨五入で表記した。

## 引用文献

- 1) 山口順・高梨泰彦・高柳富士丸・清水卓也・中川武夫・三浦隆行（2002）男子陸上競技種目間における身体部位骨密度の比較，日本臨床スポーツ医学誌，10-1：61-68。
- 山田直人・菅野徹夫・原田孝・志倉圭子（2007）当園における姿勢・活動度・訓練と骨密度の関連—骨折の既往とあわせて，日本リハビリテーション医学誌，44：S378。
- 2) 辻健志・高梨泰彦・中川武夫・三浦隆行（1999）踵骨骨梁面積率のスポーツ種目間差異，日本臨床スポーツ医学誌，7-2：69-75。
- 3) Lee J.J.K. & Lyne E.D.(1990)Pathologic fracture in severely handicapped children and young adults, J Pediatr Orthop, 10: 497-500.
- 4) 白垣潤・岩崎信明・中山純子・藤田和弘・大戸達之・松井陽（2001）脳性麻痺における身体部位別骨密度と運動機能障害，脳と発達，33：37-43。
- 5) Sheridan Kevin J (2009) Osteoporosis in adults with cerebral palsy, Developmental Medicine and Child Neurology, 51-4, 38-51.
- 6) 松山敏勝・村上俊也・大久保隆夫（1998）脳性麻痺児における身体各部位の骨量および体組成の解析，日本骨代謝学会雑誌，16（2）：221-221。
- 7) 日本障害者スポーツ協会（1999）用語解説「クラス分け」，[http://www.jsad.or.jp/q\\_a/qa\\_4.htm#class](http://www.jsad.or.jp/q_a/qa_4.htm#class)（アクセス日：2012年1月4日）。
- 8) Cerebral Palsy Source (2005) Bone density and cerebral palsy, [http://www.cerebralpalsysource.com/About\\_CP/bone\\_density\\_cp/index.html](http://www.cerebralpalsysource.com/About_CP/bone_density_cp/index.html)（アクセス日：2012年1月5日）。
- 9) 国際脳性麻痺者スポーツ・レクリエーション協会（CP-ISRA）（2010）CP-ISRAクラス分け規約第9版，[http://www.cpisra.org/files/manual10p/CPISRA\\_Sports\\_Manual\\_10th\\_Edition\\_Release\\_](http://www.cpisra.org/files/manual10p/CPISRA_Sports_Manual_10th_Edition_Release_)

009\_October\_27\_2010\_Section\_A\_Classification\_Rules.pdf

- 10) Lin PP と Henderson RC (1996) Bone mineralization in the affected extremities of children with spastic hemiplegia, *Development Medical Children Neurol*, 38 : 782-786.
- 11) 片平弦一郎・酒井俊明・稲垣慶正・山下敏彦 (1999) 高校生運動部員における踵骨骨密度測定—SXA 法及び超音波法における検討, *日本臨床スポーツ医学会誌*, 7-2 : 76-81.