

サッカーゲーム中の心拍数に及ぼす 競技人数とコートの広さの影響

— 高校サッカー選手の場合 —

梶山 俊 仁

(2009年10月6日受理)

Effects of the Number of Soccer Players and Pitch Area
on Their Heart Rates during a Match

— In the case of high school soccer players —

Toshihito Kajiyama

Abstract: This study was conducted to examine how the number of soccer players and pitch area affect their heart rates during a match. Subjects were male high school students who were members of soccer clubs. They played three matches with varying numbers of players on each of the 75×44.5 (three, six, and nine players in one team) and 44.5×25 (three, six, and nine players in one team) meter pitches, and played one match on the 90×68 meter pitch for seven minutes. We measured the heart rates of players during the last two minutes of matches, and calculated mean values. The results were as follows: 1. In matches played on the small pitch, as the number of players increased, the lower heart rates were observed. As the number of players increased, larger differences in the heart rate were observed among players: 176.3 ± 12.8 bpm in the 3 vs. 3 match (5.4 players/1,000 m^2); 159.2 ± 18.8 bpm in the 6 vs. 6 match (10.8 players/1,000 m^2); 157.8 ± 17.2 bpm in the 9 vs. 9 match (16.2 players/1,000 m^2). 2. Also, in matches played on the large pitch, lower heart rates were observed as the number of players increased. As the number of players increased, larger differences in the heart rate were observed among players: 180.5 ± 11.9 bpm in the 3 vs. 3 match (1.8 players/1,000 m^2); 177.3 ± 14.9 bpm in the 6 vs. 6 match (3.6 players/1,000 m^2); 162.3 ± 19.2 bpm in the 9 vs. 9 match (5.4 players/1,000 m^2). 3. When the number of players per unit area was larger, the heart rates were significantly higher, which demonstrates that the area of the pitch affected the heart rates of players during the match.

Key words: soccer match, number of players, pitch area, heart rates

キーワード：サッカーゲーム, 競技人数, コートの広さ, 心拍数

I. 緒 言

本論文は、課程博士候補論文を構成する論文の一部として、以下の審査委員により審査を受けた。

審査委員：黒川隆志（主任指導教員）、松岡重信、平田道憲、木原成一郎

各種スポーツ活動中の運動強度を表わす指標として最も妥当性が高いのは酸素摂取量（ $\dot{V}O_2$ ）であるが、スポーツ活動の現場で $\dot{V}O_2$ を測定するには、技術的、経済的に多くの困難を伴う（梶山ほか、2006）。この

ため $\dot{V}O_2$ と直線関係を示し、かつ測定が比較的容易な心拍数（以下 HR と略）を用いて各種スポーツ活動中の運動強度が推定され、一般人の運動処方やスポーツ選手のトレーニング処方に用いられている（Borg, 1982；猪飼・山地, 1971）。

サッカーにおいても HR を用いて、ゲーム中や練習中の運動強度が測定され（Bangsbo, 1994；Esposito et al., 2004；Hoff et al., 2002；松本ほか, 1977；沼澤ほか, 1997）、ゲーム中 HR は上昇と下降を繰り返すことが知られている（Ali and Farrally, 1991；有沢ほか, 1979；Ekblom, 1986；中屋敷・鈴木, 1987）。一方、サッカー選手のトレーニング手段としてミニサッカーが用いられ、ミニサッカーのゲーム中の運動強度は通常のサッカーと比較して高いことが報告されている（檜山ほか, 1995；石崎ほか, 1991；梶山ほか, 2006；沼澤ほか, 1996）。

このようにサッカーゲーム中の運動強度は数多く報告されているが、正規のフルコートとミニコートの研究は別々に進められて、サッカー選手の有酸素能力に及ぼす影響が検討されている。このため、競技人数やコートの広さの違いがゲーム中の運動強度に及ぼす影響を直接比較することができない。そこで本研究では、サッカー選手を対象としてサッカー及びミニサッカーにおける競技人数とコートの広さがゲーム中 HR に及ぼす影響を体系的に検討することを目的とした。

II. 方法

1. 被験者

健康上の問題がなく、かつ兵庫県立 H 工業高校サッカー部に所属する男子生徒48名を対象とした。同一人がすべての人数制のゲームを遂行したが、実験機材（ハートレートモニタ）に18台と制限があり、又欠損値が生じた若干のデータは削除したので、各人数制において実験データを採取した被験者数、及び彼らの身体特性は表1に示すようになった。

2. 実験方法

実験には、3種類の屋外サッカーコートを使用した。1つ目のコートは、正規のフルコートの広さには満たないが、一般的な学校のグラウンドにおいて確保できる広さの縦75m、横44.5mのコート（以下、ラージコートと略）、2つ目のコートは、ラージコートを3分の1に分割した縦44.5m、横25mのミニコート、3つ目のコートは国内の公式戦で使用可能な広さの縦90m、横68mの正規のフルコート（以下、正規コートと略）であった。ラージコート、及びミニコートにおいて3人対3人の対戦（以下、ラージ3対3、及びミ

ニ3対3と略）で16チーム、6人対6人の対戦（以下、ラージ6対6、及びミニ6対6と略）で8チーム、9人対9人の対戦（以下、ラージ9対9、及びミニ9対9と略）で5チームに、正規コートでは11対11の対戦（以下、正規11対11と略）で4チームに編成された。また技能の影響を排除するため、被験者はこれらのチームに無作為に振り分けられた。各人数制において各チームの対戦は1回のみとしたが、チーム総数が奇数の場合は1チームのみ2回対戦した（この場合、実験データの採取は最初のゲームとした）。各人数制の実験の実施順序は無作為とした。なお、各コートの人数制に対応する1,000m²当たりの競技人数は表2のようになる。

これらのラージコート及びミニコートでのゲームはゴールキーパー無しで、正規コートのゲームでは各チームにキーパーを1人ずつ加え（1チーム11人）、それぞれ7分間実施された。各コートの被験者は途中交代なく、ゲーム終了までプレーした。ボールがゴールラインやタッチラインから出た場合、速やかにプレーが再開されるように（ボールデッドにより、インプレーの時間が短くならないように）、プレーに使用している以外にボールを2個ずつ各コートに配置した。

プレー中の HR は、ハートレートモニタ（ポラル社製アキュレックスプラス）を用いて5秒毎に測定された。ハートレートモニタは、48名の対象の中から無作為に抽出された18名の同一被験者に装着された。各被験者は1日に1回しかゲームを行わなかった。

本研究の主旨と実験内容を被験者及び保護者に事前によく説明し、同意を書面に得た後、実験を開始した。

3. データ分析

上記の実験で得られた HR のデータは、心拍数解析ソフト（キャノン社製トレーニングアドバイザー）を

表1 各人数制における被験者数と身体特性

被験者群		年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)
ミニ3対3	\bar{X}	16.8	167.9	56.2
(n=17)	σ	0.3	5.1	5.3
ミニ6対6	\bar{X}	16.8	167.9	56.4
(n=17)	σ	0.3	5.0	5.4
ミニ9対9	\bar{X}	16.9	168.2	56.4
(n=18)	σ	0.3	5.0	5.2
ラージ3対3	\bar{X}	16.8	167.6	56.0
(n=17)	σ	0.3	4.7	5.1
ラージ6対6	\bar{X}	16.9	168.2	56.4
(n=18)	σ	0.3	5.0	5.2
ラージ9対9	\bar{X}	16.9	168.2	56.4
(n=18)	σ	0.3	5.0	5.2
正規11対11	\bar{X}	16.8	167.9	56.4
(n=17)	σ	0.3	5.0	5.4

表2 各コートの人数制に対応する1,000m²当たりの競技人数

	対戦人数の組み合わせ			
	3対3	6対6	9対9	11対11
ミニコート (1113m ²)	5.4	10.8	16.2	-
ラージコート (3338m ²)	1.8	3.6	5.4	-
ミニコート (6120m ²)	-	-	-	3.6

用いて被験者毎にパーソナルコンピュータに入力した。各被験者のHRの代表値として5分目から7分目の平均値が求められ、この値を用いて各人数制における全被験者の平均HRが求められた。

ゲーム中HRに及ぼす人数制の影響を検討するため、ミニコート及びラージコートで人数制(3:3対3, 6対6, 9対9)の一元配置分散分析をそれぞれ実施した。

次に、ミニコートとラージコートで同一人数となる3対3, 6対6, 及び9対9のゲームにおいて、ゲーム中HRに及ぼすコートの広さの影響を検討するため、コートの広さ(2:ミニコート, ラージコート)の一元配置分散分析をそれぞれ実施した。

また、ラージ9対9と正規11対11を比較するため、コートの広さ(2:ラージコート, 正規コート)の一元配置分散分析を実施した。

さらに、ミニコートとラージコートにおいて単位面積当たりの人数が同一となる条件において、ゲーム中HRに及ぼす人数制の影響を検討するため、人数制(2:ミニ3対3, ラージ9対9)の一元配置分散分析を実施した。なお、この組み合わせは、1,000m²当たり5.4人の人数に相当する。

最後に、ゲーム中HRに及ぼす人数制とコートの広さの影響を検討するため、人数制(3:3対3, 6対6, 9対9)×コートの広さ(2:ミニコート, ラージコート)の二元配置分散分析を実施した。下位検定にはいずれもBonferroniの検定を用いた。有意水準はいずれも5%未満とした。

Ⅲ. 結果

1. ミニコート及びラージコートにおけるゲーム中HRの変化

ミニコート及びラージコートの各人数制におけるゲーム中HRを図1に示した。ミニコートでは人数制(F(2,49)=8.71, p<.001)の主効果が有意であり、多重比較を行った結果、ミニ3対3(176.3±12.8bpm)はミニ6対6(159.2±18.8bpm)及びミニ9対9(157.8±17.2bpm)より有意に高かった(p<.05)。しかし、

ミニ6対6とミニ9対9の2群間には有意差は認められなかった。また、標準偏差で示されるように、競技人数の増加に伴いHRの個人差が大きくなる傾向が認められた。

ラージコートでも人数制(F(2,50)=8.84, p<.001)の主効果が有意であり、多重比較を行った結果、ラージ3対3(180.5±11.9bpm)及びラージ6対6(177.3±14.9bpm)はラージ9対9(162.3±19.2bpm)より有意に高かった(p<.05)。しかし、ラージ3対3とラージ6対6の2群間には有意差は認められなかった。また、ラージコートでも競技人数の増加に伴いHRの個人差が大きくなる傾向が認められた。

同一の人数制(3対3, 6対6, 9対9)において、ミニコートとラージコートのゲーム中HRを比較した結果を図2に示した。いずれの人数制においてもラージコートはミニコートより高い傾向にあり、特に6対6の場合、ラージコートのHRはミニコートHRより有意(F(1,33)=12.27, p<.001)に高く、その差は18bpmであった。

ラージ9対9(162.3±19.2bpm)と正規11対11(163.0±14.3bpm)を比較し、図3に示した。両者間に有意差は認められなかった。

単位面積当たりの人数が等しい2つのコート(ミニ3対3とラージ9対9)におけるゲーム中HRを比較した結果を図4に示した。ミニコートのHRはラージコートのHRより有意(F(1,33)=9.31, p<.01)に高く、その差は14bpmであった。

2. 人数制とゲーム中HRの関係

ミニコートとラージコートにおける人数制とゲーム中HRの関係を図5に示した。本研究においては、人数制とコートの広さの交互作用は有意でなかったが(F(2,99)=2.81, p<.065)、人数制(F(2,99)=15.00, p<.001)とコートの広さ(F(1,99)=10.69, p<.001)の主効果が有意であった。人数制の主効果について多重比較を行った結果、3人制は6人制及び9人制より有意に高く(p<.05)、6人制は9人制より有意に高かった。次に、コートの広さの主効果について多重比較を行った結果、ミニコートはラージコートより有意に高かった(p<.05)。

Ⅳ. 考察

1. 競技人数とコートの広さがゲーム中HRに及ぼす影響

1) ミニコートにおける競技人数の影響

本研究では競技人数がミニサッカーの運動強度に及ぼす影響を検討するため、単位面積当たりの人数が5.4

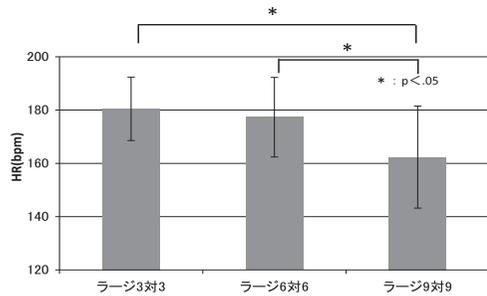
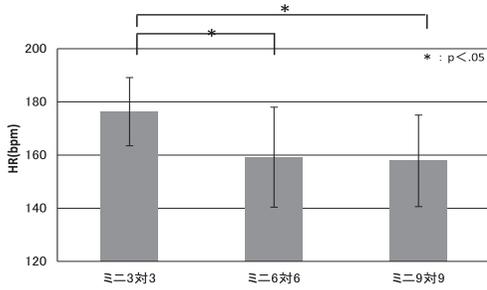


図1 ミニコート（上図）及びラージコート（下図）の各人数制におけるゲーム中 HR の比較

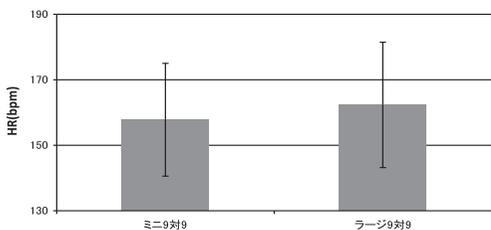
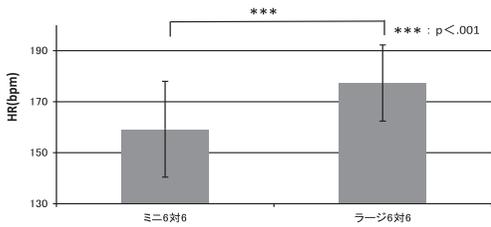
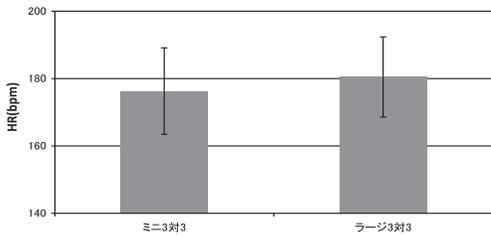


図2 同一の人数制3対3（上図），6対6（中図），9対9（下図）において，ミニコートとラージコートのゲーム中 HR の比較

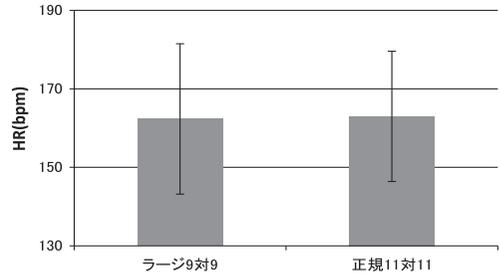


図3 ラージコートと正規コートにおけるゲーム中 HR の比較

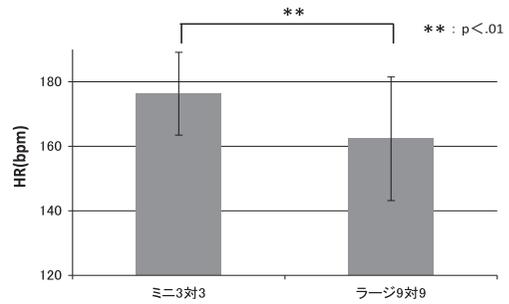


図4 単位面積当たりの人数が等しい2つのコートにおけるゲーム中 HR の比較

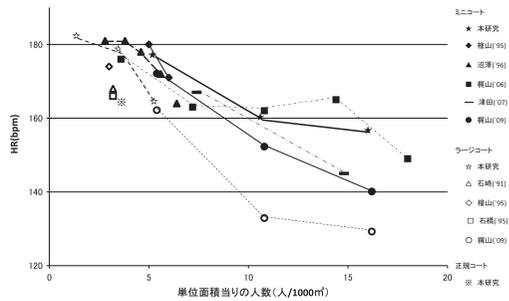


図5 ミニコートとラージコートにおける単位面積当たりの人数とゲーム中 HR の関係

注) 線で結んだ値はコートの広さが等しいことを示す。

人から16.2人の間でゲーム中 HR を測定した。その結果，ゲーム中 HR は，単位面積当たりの人数の増加に伴って減少した。

本研究と同様にミニサッカーのゲーム中 HR を測定した先行研究の結果を，単位面積当たりの人数に対応させて図5に示した。単位面積当たりの人数の低い所で測定した事例として，梶山ほか（1995）は，2,000m²のミニコートで人数を5.0–6.0人 /1,000m²の範囲で測定した。また沼澤ほか（1996）は2,160m²のミニコートで人数を2.8–6.4人 /1,000m²の範囲で測定した。こ

これらの報告において単位面積当たりの人数の範囲は狭いものであるが、単位面積当たりの人数の増加に伴いHRは低下している。これらの報告より単位面積当たりの人数の高い津田ほか(2007a)の7.4–14.8人/1,000m²の範囲(1,350m²のミニコート)、梶山ほか(2006)の3.6–18.0人/1,000m²の範囲(1,113m²のミニコート)においても単位面積当たりの人数の増加に伴いHRは低下している。

以上のように本研究ばかりでなく、いずれの報告においても単位面積当たりの人数の増加に伴いHRは低下する現象が認められる。この理由として、ラージコートより狭い面積のミニコートにおいては、競技人数の増加により被験者の動けるスペースが制限され、また狭いコートではドリブルよりキックを多用する傾向にあるため(石崎ほか, 1991)、運動量が減少したことが考えられる。

また、梶山ほか(2006)は一般成人男子を対象とし、梶山ほか(2009)はサッカーを専門としない男子高校生を対象として、競技人数の増加に伴いHRの個人差が大きくなることを指摘している。本研究でもこれらとはほぼ同様の結果が得られた。この理由として、競技人数に対する相対的なフィールドの広さが考えられる。すなわち、ミニコートであっても競技人数が3人と少ない場合は、1人1人が広い範囲をカバーしなければならないので運動強度が高くなり、また均一の体力的負荷を要求されるので(戸刈, 2002)、HRの個人差が小さくなるものと考えられる。しかし、競技人数の増加により、常にボールを追って動く者と、ボールが近くに来た時のみ動く者との分化が次第に起ってくるため、HRの個人差が大きくなるものと考えられる。HRの個人差の増大はこれら被験者の動きを反映したものと推測される。

2) ラージコートにおける競技人数の影響

梶山ほか(2009)は、ラージコートにおいても、全体的には競技人数の増加に伴ってHRが減少したことを報告している。ラージコートにおいては、梶山ほか(2009)以外には競技人数を増加させて運動強度に及ぼす影響を検討した研究は報告されていない。しかし、公式規格のコートで正規の競技人数(キーパーを含めた11人)で検討した事例として、石崎ほか(1991)は女子中学サッカー選手を、楡山ほか(1995)は女子大学サッカー選手を、また石橋・西本(1995)は一般男子大学生を被験者としてゲーム中HRを測定した。これらの報告における値はそれぞれ3.2人/1,000m²で168bpm, 3.0人/1,000m²で174bpm, 3.2人/1,000m²で166bpmに相当し、図5に示したように、本研究の近位にある。このように、これらの研究と本研究を合わ

せると、ラージコートにおいても競技人数の増加によりHRは低下すると言えよう。この理由として、ミニコートと同様に競技人数の増加により被験者の動けるスペースが制限され、運動量が減少したことが考えられる。

梶山ほか(2009)はラージコートでは、競技人数に関係なくHRの個人差が大きいことも確認した。この理由として、被験者がサッカーを専門としない男子高校生であったので、競技人数にかかわらず、常にボールを追って動くいわゆる「だんご状のゲーム」を形成する被験者と、ボールが近くに来た時のみ動くいわゆる「縦長のゲーム」を形成する被験者の分化が生じた。すなわち、技能レベルの発達の初期段階に見られる2つのゲーム様相(杉山ほか, 2001)が同時に出現した。競技人数に関係なくHRの個人差が大きかったのは、これら被験者の動きを反映したものと推察される。本研究では、被験者がサッカーを専門としていたので、競技人数が少ないときは、全員がボールを追って動き回っていたものの、ラージコートの場合、競技人数の増加により、ミニコートより広いスペースを与えられたことによる選手自らの意図的なポジション分化が次第に生じ、HRの個人差が大きくなったものと考えられる。

3) 競技人数が等しくて広さの異なる2つのコートにおけるHRの比較

ミニサッカーにおける石橋・西本(1995)及び石崎ほか(1991)のこれまでの報告では、コートを狭めることに伴い競技人数も減少させていた。すなわちコートの広さと競技人数の2つの変数を同時に操作したため、それぞれの独立変数がHRに及ぼす影響について比較することが困難であった。

そこで同一の人数制において、ミニコートとラージコートのゲーム中HRを比較した結果、いずれの人数制においてもラージコートはミニコートより高い傾向にあった。この理由として競技人数が等しい場合、コートの広さが拡大すれば、各ゲーム参加者の攻撃範囲及び守備範囲が相対的に広がり、その結果としてHRが上昇するものと考えられる。

4) 単位面積当たりの人数からみたミニコートとラージコートの比較

本研究では、面積に3倍の違いがあるミニコートとラージコートにおいて、単位面積当たりの競技人数が等しい場合のゲーム中HRを比較するため、単位面積当たりの人数が5.4人のケースについて比較した。その結果、ミニコートはラージコートよりHRが有意に高かった。また、コートの広さの主効果について多重比較を行った結果でも、ミニコートはラージコートよ

り HR が有意に高かった。この理由として、競技人数の絶対数が少ないミニコートの方が競技人数の多いラージコートに比べ、ボール接触回数が多くなるため(石橋・西本, 1995; 小林, 1999; 津田ほか, 2007a), ボールを追い求めてコートを動き回り、運動量が増大したことによると考えられる。

2. 本研究結果のサッカー指導現場への適用

文部科学省(1999)はサッカーゲームにおいて、集団技能や個人技能の程度に応じて、チーム人数、ゲーム時間、コート広さ、ルールの扱い等について工夫するように学習指導要領に定めている。また津田ほか(2007b)は、サッカーのミニゲームは技術や戦術の練習に位置づく手段として一般に捉えられているが、その行い方の工夫により体力向上の手段としても位置づけられると指摘している。

最大酸素摂取量(以下、 $\dot{V}O_{2max}$ と略)と並んで有酸素能力の代表的指標である無酸素性作業閾値(以下、AT と略)について、球技系スポーツ選手の AT は 70-75% $\dot{V}O_{2max}$ に相当し(Karlsson, 1971; Londeree, 1977), 有酸素能力の向上にはこれより高い運動強度が推奨されている(Ekblom et al., 1968)。このことから、サッカー選手を対象とした場合、有酸素能力向上に効果があるとされる運動強度は心拍数を指標とすれば 160bpm (60% HRmax) 以上であると考えられる。有酸素能力の改善にねらいを置いてサッカーのトレーニングを行う場合、本研究の図 5 から 160bpm (60% HRmax) 以上に相当する競技人数を推定するとミニコートでは 11 人/1,000m²、ラージコートでは 6 人/1,000m²に相当する。又、この範囲以上の競技人数では HR は低下することも本研究結果から容易に推定される。このように、サッカーゲームにおいて単位面積当たりの人数を算出すれば、サッカー選手の生体負担度やトレーニング効果を推定できることも本研究の意義として指摘されよう。

V. 要約

本研究ではサッカーゲームにおける人数制とコート広さがゲーム中 HR に及ぼす影響を体系的に検討した。サッカーを専門とする男子高校生を対象とし、縦 75m、横 44.5m のラージコートで 3 対 3、6 対 6、9 対 9 の人数制ゲームを、縦 44.5m、横 25m のミニコートで 3 対 3、6 対 6、9 対 9 の人数制ゲームを、縦 90m、横 68m の正規コートで 11 対 11 の人数制ゲームをそれぞれ 7 分間行った。ゲーム中 5 分目から 7 分目の平均 HR を検討し、以下の結果が得られた。

1. ミニコートにおいて、競技人数の増加に伴って

ゲーム中 HR は減少し、また HR の個人差が増大する傾向を示した。すなわち、3 対 3 ゲーム (5.4 人/1,000m²) で 176.3±12.8bpm、6 対 6 ゲーム (10.8 人/1,000m²) で 159.2±18.8bpm、9 対 9 ゲーム (16.2 人/1,000m²) で 157.8±17.2bpm であった。

2. ラージコートにおいても、ミニコートと同様にゲーム中 HR は競技人数の増加に伴って減少した。また HR の個人差が増大した。すなわち、3 対 3 ゲーム (1.8 人/1,000m²) で 180.5±11.9bpm、6 対 6 ゲーム (3.6 人/1,000m²) で 177.3±14.9bpm、9 対 9 ゲーム (5.4 人/1,000m²) で 162.3±19.2bpm であった。

3. 単位面積当たりの人数でみた場合、ミニコートはラージコートより HR が有意に高かったことから、コート広さはゲーム中 HR に影響を及ぼすことが明らかになった。

【文献】

- Ali, A. and Farrally, M. (1991) Recording soccer players' heart rate during matches. *J. Sports Sci.*, **9**: 183-189.
- 有沢一男・山田欣弥・山地啓司 (1979) 心拍数からみたサッカーゲーム中の運動強度. 富山大学教養学部紀要, **12**: 87-95.
- Bangsbo, J. (1994) Energy demand in competitive soccer. *J. Sports Sci.*, **12**: 5-12.
- Borg, G. (1982) Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. *Int. J. Sports Med.*, **3**: 153-158.
- Ekblom, B., A. strand, P. O., Saltin, B., Stenberg, J. and Wallstro, B. (1968) Effect of training on circulatory responses to exercise. *J. Appl. Physiol.*, **24**: 518-528.
- Ekblom, B. (1986) Applied physiology of soccer. *Sports Med.*, **3**: 50-60.
- Esposito, F., Impellizzeri, F. M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G. and Veicateinas, A. (2004) Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **93**: 167-172.
- 梶山康・大橋二郎・掛水隆・永都久典・沼澤秀雄 (1995) 女子サッカー選手におけるゲーム中の心拍数からみた運動強度について—人数、広さを変化させた場合とラージゲームとの比較—. *サッカー医科学研究報告書*, **15**: 57-63.
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J. and

- Helgerud, J. (2002) Soccer specific aerobic endurance training. *Br. J. Sports Med.*, **36**: 218-221.
- 猪飼道夫・山地啓司 (1971) 心拍数からみた運動強度—運動処方の研究資料として—. *体育の科学*, **21**: 589-593.
- 石橋健司・西本一雄 (1995) スモールサッカーのすずめ—ゲーム観察と実験から—. *体育の科学*, **145**: 655-658.
- 石崎忠利・鈴木教益・川又信昭・山田耕二・徳田有基・井床雅典・半田照美 (1991) コートサイズの違いからみた中学女子サッカー選手の運動強度と各種技術使用頻度について. *サッカー医科学研究報告書*, **11**: 31-38.
- 梶山俊仁・黒川隆志・古田久・大江淳悟・堀健太郎・松尾千秋 (2006) ミニサッカーゲームにおける心拍数の推移と推定. *スポーツ方法学研究*, **19**: 21-30.
- 梶山俊仁・黒川隆志・出口達也・大江淳悟・黒坂志穂・大塚道太 (2009) ゲーム参加人数とコート面積がサッカーゲーム中の心拍数に及ぼす影響. *スポーツ方法学研究*, (投稿中).
- Karlsson, J. (1971) Muscle ATP-CP and lactate in sub-maximal and maximal exercise. In: Pernow, B. and Saltin, B. (Eds) *Muscle metabolism during exercise*. Plenum Press: New York, pp.383-393.
- 小林篤 (1999) ポールゲームの現状と課題. *体育科教育*, **47**: 13-15.
- 小林修平 (1995) *健康増進のための運動ガイド*. 第一出版: 東京, p.69.
- Londeree, B.R. (1977) Anaerobic threshold training. In: Burke, E.J. (Ed) *Toward an understanding of human performance*. Movement Publications: New York, pp.15-16.
- 松本光弘・小宮喜久・久保田洋一・岩村英吉 (1977) サッカーのゲーム分析の研究—ゲーム中の運動強度を中心として—. *福島大学教育学部論集*, **29**: 55-65.
- 文部科学省 (1999) *中学校学習指導要領解説—保健体育編—*. 東山書房: 京都, p.47.
- 中屋敷真・鈴木省三 (1987) サッカーの試合中の心拍数について. *サッカー医科学研究報告書*, **7**: 61-70.
- 沼澤秀雄・伊藤森幸・大橋二郎・桧山康・掛水隆 (1996) 異なった人数によるサッカーのゲーム中の心拍数—少年サッカーの場合—. *サッカー医科学研究報告書*, **16**: 19-25.
- 沼澤秀雄・掛水隆・大橋二郎・中塚義実 (1997) 心拍数からみたサッカーの練習形態の分類. *サッカー医科学研究報告書*, **17**: 139-144.
- 杉山重利・高橋健夫・園山和夫・細江文利・木村清人 (2001) 新学習指導要領における中学校体育の授業. *大修館書店*: 東京, pp.46-65.
- 戸刈晴彦 (2002) サッカーの最適トレーニング. *大修館書店*: 東京, p.53.
- 津田龍佑・篠崎徹・後藤邦夫・高松薫 (2007a) サッカーにおける各種ゲームの体力づくりからみた負荷特性—ルールとの相違による影響—. *Int. J. Sports and Health Sci.*, **5**: 21-31.
- 津田龍佑・篠崎徹・後藤邦夫・高松薫 (2007b) サッカーにおける各種ゲームの体力づくりからみた負荷特性—コートの広さおよび人数の特性—. *Int. J. Sports and Health Sci.*, **5**: 42-53.