

心拍数と主観的運動強度からみた7人制ラグビーの運動強度

大塚道太¹⁾ 黒川隆志²⁾ 梶山俊仁³⁾ 出口達也²⁾ 森木吾郎⁴⁾ 西山健太⁴⁾

Exercise intensity of Rugby Sevens from the viewpoint of heart rate and RPE

Dohta Ohtsuka¹⁾, Takashi Kurokawa²⁾, Toshihito Kajiyama³⁾, Tatsuya Deguti²⁾,
Gorou Moriki⁴⁾ and Kenta Nishiyama⁴⁾

Abstract

To compare physiological characteristics of rugby union, HR and RPE were measured for 10 high school students in sevens rugby games.

Each subject's HR in a sevens rugby game fluctuated up and down periodically between 120-190bpm, and it was higher than 80-200bpm in rugby union games. The average HR per minute during games also fluctuated between 150-180bpm. The fluctuation of HR in sevens rugby games was smaller than that in rugby union games.

BK had spent more time in "Maximal" and "High" area than FW from the view of the distribution of HR in sevens rugby games. But, FW had spent more time in "Moderate" and "Low" area than BK. This result was different from that of rugby union.

There were no difference between the RPE of FW (15.8 ± 1.9) and BK (15.9 ± 2.1).

These results indicate that training effect of rugby sevens will be expected by increasing the exercise intensity and reducing the rest time of rugby union games trainings.

Key words: sevens rugby, exercise intensity, heart rate, RPE

7人制ラグビー, 運動強度, 心拍数, 主観的運動強度

1. 緒言

ラグビーフットボール競技には、15名、10名、または7名のものがある (International Rugby Board, 2011)。1883年にスコットランドを起源とする7人制ラグビーフットボール競技 (以下、7人制ラグビーと略す) については、ラグビーワールドカップセブンズが1993年に、セブンズワールドシリーズが1999年にそれぞれ開催され、世界的発展を遂げて今日に至っている。また、2009年には、国際オリンピック委員会が2016年のリオデジャネイロオリンピック大会から男子と女子の7人制ラグビーを正式種目として採用することを決定し、世界の注目を集めている。

わが国の7人制ラグビーについては、JAPAN SEVENS 国際大会が1996年から、高校生の全国規模の大会が1997年から開催されるようになった。さらに、2001年の秋田ワールドゲームズにおいて、競技レベルや性別、年齢層別に幅広くゲームが行われ、7人制ラグビーの普及がそれまで以上に図られてきた。

ラグビーに限らず、多くのスポーツ競技において、ゲーム中や練習中の運動強度の測定から、その種目の競技特性を明らかにし、その結果をトレーニング現場に活用して競技力の向上に寄与する研究が行われてきた (Borg, 1982; Bangsbo, 1994; Sugiyama et al., 1999; Hoff et al., 2004)。運動強度の最も信頼性の高い指標は、酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) である (Astrand, 1995) が、そ

-
- 1) 広島大学大学院教育学研究科文化教育開発専攻博士課程後期
Hiroshima University, Graduate School of Education, Doctor Program in Arts and Science Education
 - 2) 広島大学大学院教育学研究科
Hiroshima University, Graduate School of Education
 - 3) 中国管区警察学校
Chugoku Regional Police Academy
 - 4) 広島大学大学院教育学研究科生涯活動教育専攻博士課程前期
Hiroshima University, Graduate School of Education, Master Program in Arts and Science Education

の測定には技術的、経済的に多くの困難をとまなう。このため、スポーツ指導の現場では測定が比較的容易で $\dot{V}O_2$ と直線関係を示す心拍数(HR)(猪飼ほか, 1971; 外岡, 1994; 杉田, 2005)や、言語尺度を用いて主観的に運動強度を判断するため利便性に優れたBorg(1970)の主観的運動強度(RPE)(青木, 1983)を運動強度の指標として用いることが多い。

15人制ラグビーフットボール競技(以下、15人制ラグビーと略す)については、ポジション別に運動強度が検討されている。19歳以下のラグビー選手を対象にゲーム中HRを測定したDeutsch et al.(1998)やDoutreloux et al.(2002)によれば、フォワードプレーヤー(FW)はバックスプレーヤー(BK)よりも高いHRの領域でプレーする時間が長い。

しかし、7人制ラグビーに関するこれまでの研究はゲーム分析が主であり(畑ほか, 1997; 渡辺ほか, 1999; 渡辺ほか, 2000; 椿原ほか, 2002; 椿原ほか, 2004; 武石, 2010)、生理的特性や必要とされる運動能力についてはほとんど検討されていない。このため、現状では両ラグビーの生理的特性を比較することができない。しかし、サッカーなどの他の球技種目においては、競技人数がゲーム中の運動強度に影響することが知られている(梶山ほか, 2006)。このため、7人制ラグビーにおけるHRやRPEの測定により、両ラグビーの生理的特性を比較できれば、それぞれのラグビーにおけるトレーニング手段を個別に考慮することが可能となり、競技力向上に有用な知見を提供するものと考えられる。

えられる。

そこで本研究では、HRとRPEを指標として7人制ラグビーにおける運動強度を測定し、15人制ラグビーについての研究結果と比較することにより、7人制ラグビーの生理的特性を明らかにし、合わせて7人制ラグビーのトレーニングへの示唆を得ることを目的とした。

II. 研究方法

1. 被験者

健康上の問題がなく、かつ全国大会出場経験が複数回の実績を持つ高等学校ラグビー部の男子生徒を対象とした。被験者の身体特性とポジションを表1に示した。欠損値が生じたデータは削除したことにより、全被験者数は10名(FW6名, BK4名)となった。

2. 実験方法

事前に被験者に本研究の主旨と実験内容をよく説明した後、7人制ラグビーの競技規則に則ったゲームを行った。実験に際して、チームは4つ作り、被験者をそのうち2チームにランダムに所属させ、総当たり戦5ゲームを行った。しかし、実験データに欠損値が生じたゲームを削除したため、本研究では分析対象を全4ゲームとした。ゲームは前後半各10分で、ハーフタイムは2分とした。分析対象とした全4ゲームにおいて、全被験者は途中交代することなくゲーム終了まで

表1 被験者の身体特性とポジション

被験者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BM	ポジション
a	16	174	96	31.7	FW
b	17	183	80	23.9	FW
c	16	168	80	28.3	FW
d	16	158	87	34.9	FW
e	16	167	79	28.3	FW
f	16	172	71	24.0	FW
$\bar{x} \pm \sigma$ (n=6)	16.2±0.4	170±8.3	82.1±8.5	28.5±4.3	
g	16	176	65	21.0	BK
h	17	170	65	22.5	BK
i	17	165	60	22.0	BK
j	17	165	57	20.9	BK
$\bar{x} \pm \sigma$ (n=4)	16.8±0.5	169±5.2	61.8±3.9	21.6±0.8	
$\bar{x} \pm \sigma$ (n=10)	16.4±0.5	168.9±6.6	74±11.9	25.8±4.6	

FW: フォワード, BK: バックス

プレーした。なお、疲労の影響が出ないように、ゲーム間には1時間30分以上の休息時間を挿入し、1日に3ゲーム以上は実施しなかった。なお、ゲーム実施に際して、戦術については特に指示することはなく、各チームの意思に委ねた。

ゲーム中HRの測定には、ハートレイトモニタ(POLAR社製RS400)を用い、ゲーム開始からゲーム終了まで5秒毎に測定した。RPEは、ゲーム前半の開始5分目と終了時点、ゲーム後半の開始5分目と終了時点の計4回測定した。ゲーム前半の開始5分目とゲーム後半の開始5分目の測定については、アウトプレー時を利用した。このため、結果として4ゲームの平均値は、ゲーム前半の開始5分目で5分6±17秒、ゲーム後半の開始5分目で17分15±16秒となった。RPE尺度としてBorgのRPEスケールに基づく小野寺と宮下(1977)の日本語表示を用い、被験者に尺度を直接提示して該当する数字を回答させた。

ゲーム中のインプレー時間とアウトプレー時間を計測するため、VTRによる撮影をゲーム開始から終了まで行った。インプレー時間及びアウトプレー時間は競技規則に則り、レフリーの笛によりプレーが停止されるまでをインプレー時間とし、インプレー時間が終了して次のプレーが開始されるまでの時間をアウトプレー時間とした。

3. 統計処理

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)を用いて被験者毎にパーソナルコンピューターに入力し、統計処理を行った。ゲーム中HRに及ぼすゲームと経過時間の影響を検討するため、ゲーム(4;4ゲーム)×経過時間(22;1分目-22分目)の分散分析を実施した。また、ゲーム中HRに及ぼすポジションと経過時間の影響を検討するため、ポジション(2;FW, BK)×経過時間(22;1分目-22分目)の分散分析を実施した。

さらに、Deutsch et al. (1998)と同様に、ゲーム中の各被験者の最高心拍数(以下、HRmaxと略す)を基準とした4つのカテゴリー-Maximal (>95%HRmax), High (85-95%HRmax), Moderate (75-84%), Low (<75%)を用いて、FWとBKのポジション別にHRを分類した。この場合、ハーフタイム時(10分-12分)におけるHRは除外した。各カテゴリーにおけるFWとBKの平均値の差の検定には対応のない*t*検定を用いた。

ゲーム中RPEに及ぼすポジションと測定時間の影響を検討するため、ポジション(2;FW, BK)×測定時間(4;ゲーム前半の開始5分目と終了時点, ゲーム後半の開始5分目と終了時点)の分散分析を実施した。有意水準はいずれも5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

7人制ラグビーのゲーム中における各被験者のHRの推移を視認するため、本実験で行った代表的なゲームの例を、FWとBKのポジション別に図1に示した。FWとBKともにゲーム前半においては、どの被験者も前半1分過ぎまでにHRは急激に上昇し、その後はゲーム前半が終了するまで、FWでは120-190bpmの間を、BKでは1例を除き150-190bpmの間を周期的に上下に変動した。ハーフタイムの2分間で、各被験者のHRは120-140bpmまで下降した。ゲーム後半においても、1分過ぎまでにHRは急激に上昇し、その後はゲーム後半が終了するまでFWでは140-190bpmの間を、BKでは150-190bpmの間を周期的に上下に変動した。このように、HRの上昇値にはFWとBKとの間に差はないが、HRの下降値においては、BKはFWより高レベルを保ち、HRの振幅が小さい傾向が認められた。

各4ゲームにおけるHRの1分毎の平均値の推移をFWとBK別に図2に示した。FWとBKともにHRはゲーム開始2分目までに急激に上昇し、多くの場合、ゲーム前半の終了まで150-170bpmの間で周期的に上下に変動した。ハーフタイム時に一時下降するが、ゲーム後半の2分目までに再度上昇し、ゲーム後半の終了まで160-180bpmの間で周期的に上下に変動した。分散分析の結果、FWにおいて、ゲームと経過時間の交互作用は有意であった($F(63,210) = 5.65, p < .01$)。また、ゲームの主効果は有意でなかったが($F(3,10) = 0.47, p > .05$)、経過時間的主効果は有意であった($F(21,210) = 15.02, p < .01$)。そこで、経過時間的主効果について多重比較を行った結果、ゲーム前半の開始1分目に対して、2分目と5分目、ゲーム後半の15分目と16分目、22分目は有意に高かった(いずれも $p < .05$)。HRが最も低下したハーフタイムの12分目に対しては、ゲーム前半の2~11分目までと、ゲーム後半の13~22分目までは有意に高かった(いずれも $p < .01$)。

BKにおいても、ゲームと経過時間の交互作用は有意であった($F(63,126) = 3.61, p < .01$)。また、ゲーム

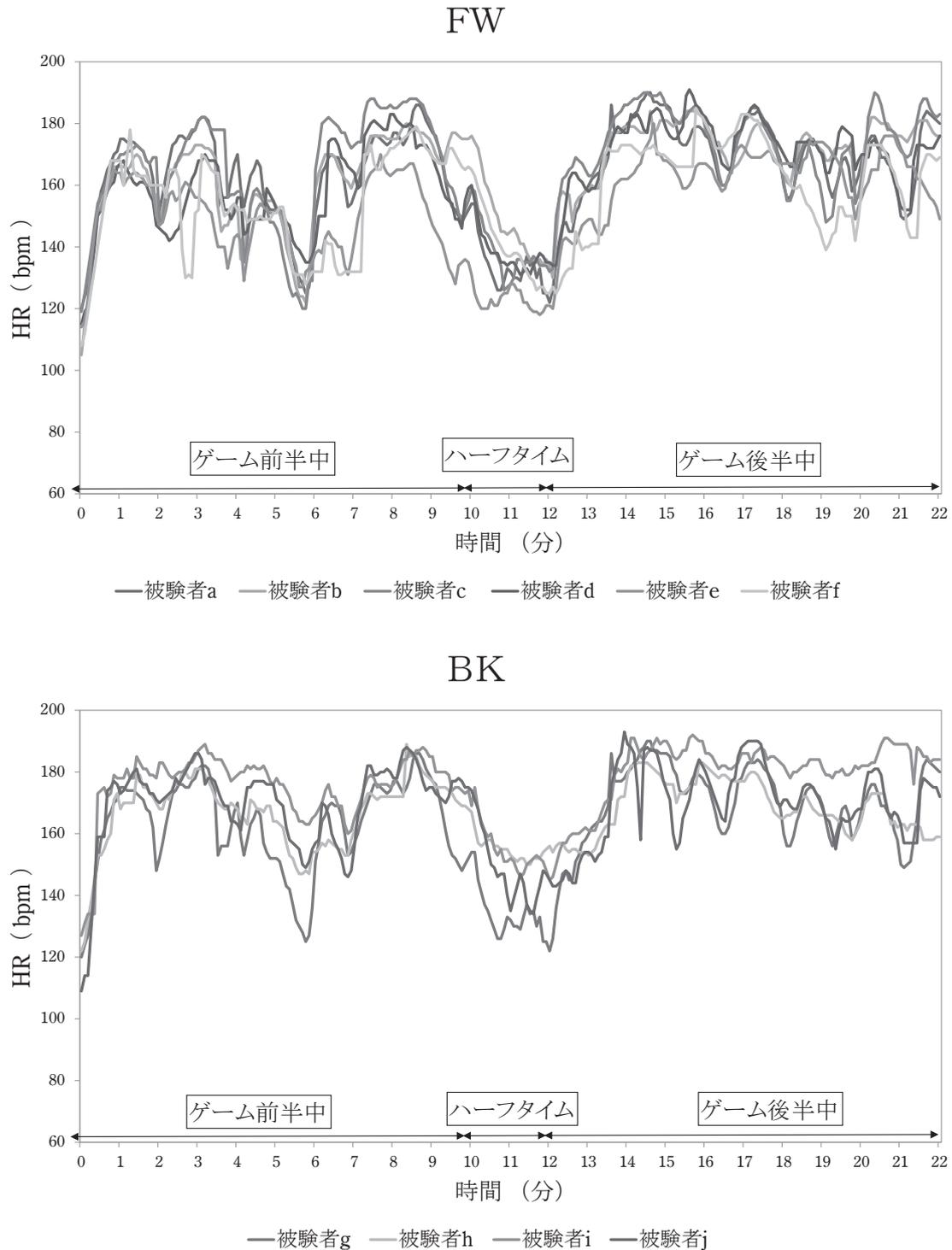


図1 7人制ラグビーのゲーム中における各被験者のHRの推移 (FW (上図), BK (下図))

の主効果は有意でなかったが ($F(3,6) = 5.76, p > .05$), 経過時間の主効果は有意であった ($F(21,126) = 12.59, p < .01$). そこで, 経過時間の主効果について多重比較を行った結果, ゲーム前半の開始1分目に対して, 2~5分目までと, 7~10分目まで, ゲーム後半の15~22分目の多くの時間は有意に高かった (いずれも

$p < .01$). HRが最も低下したハーフタイムの12分目に対しては, ゲーム前半の3~10分目の多くの時間, ゲーム後半の17分目, 20分目は有意に高かった (いずれも $p < .01$).

全4ゲームを合わせたHRの1分毎の平均値の推移を図3に示した. 分散分析の結果, ポジションと経過

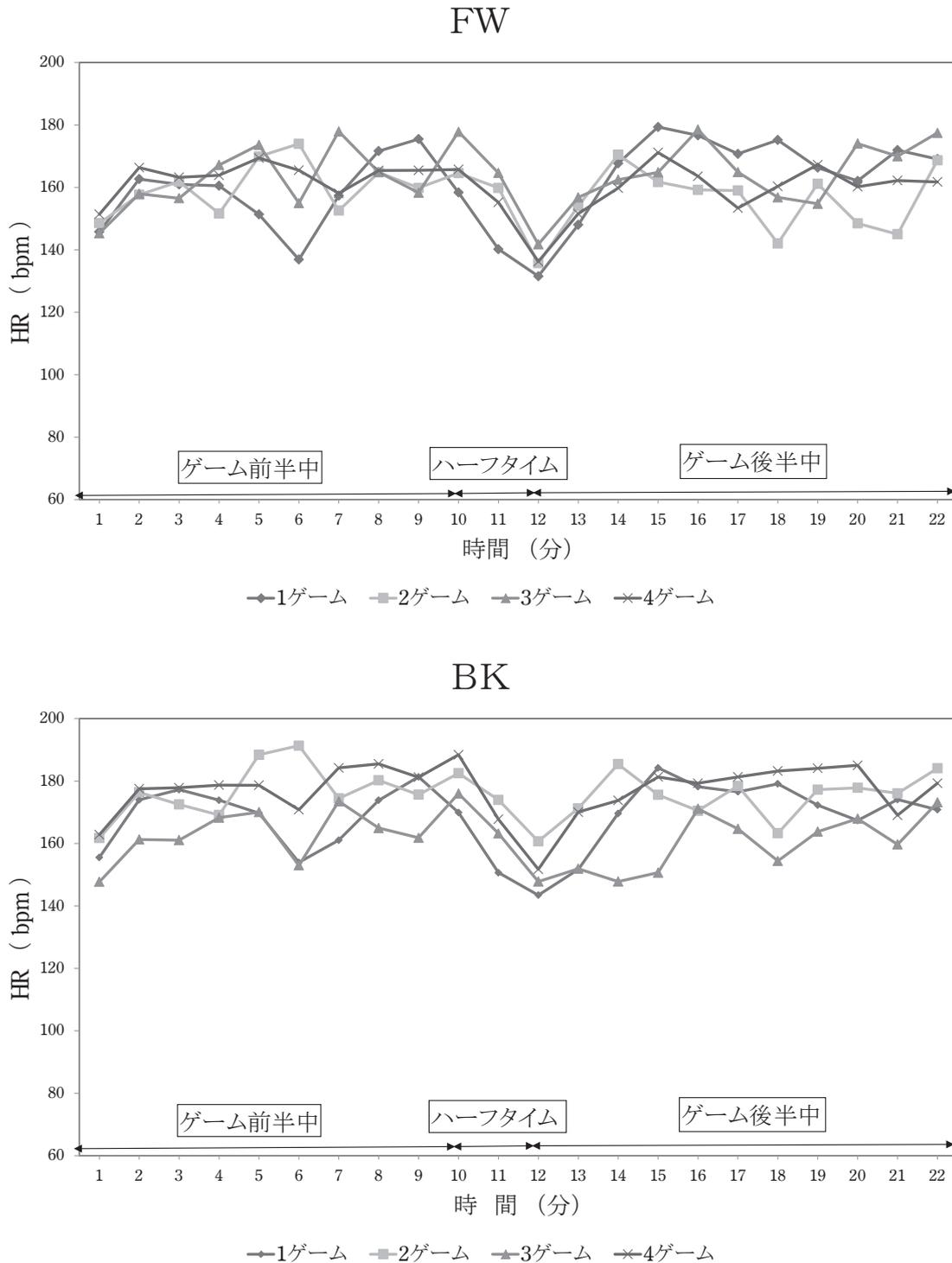


図2 各4ゲームにおけるHRの1分毎の平均値の推移 (FW (上図), BK (下図))

時間の交互作用は有意でなかった ($F(21,126) = 0.29, p > .05$). また, ポジションの主効果は有意であり, BKはFWより有意に高かった ($F(1,6) = 6.92, p < .05$). さらに, 経過時間の主効果は有意であり ($F(21,126) = 6.34, p < .01$), 多重比較の結果, ゲーム前半の開始1分目に対して, ゲーム前半の2~3分目, 8分目,

ゲーム後半の19分目と22分目は有意に高かった (いずれも $p < .01$). ハーフタイムの12分目に対しては, ゲーム前半の2~10分目の多くの時間, ゲーム後半の13~22分目の多くの時間は有意に高かった (いずれも $p < .01$).

次に, Deutsch et al. (1998) の4つのカテゴリーで

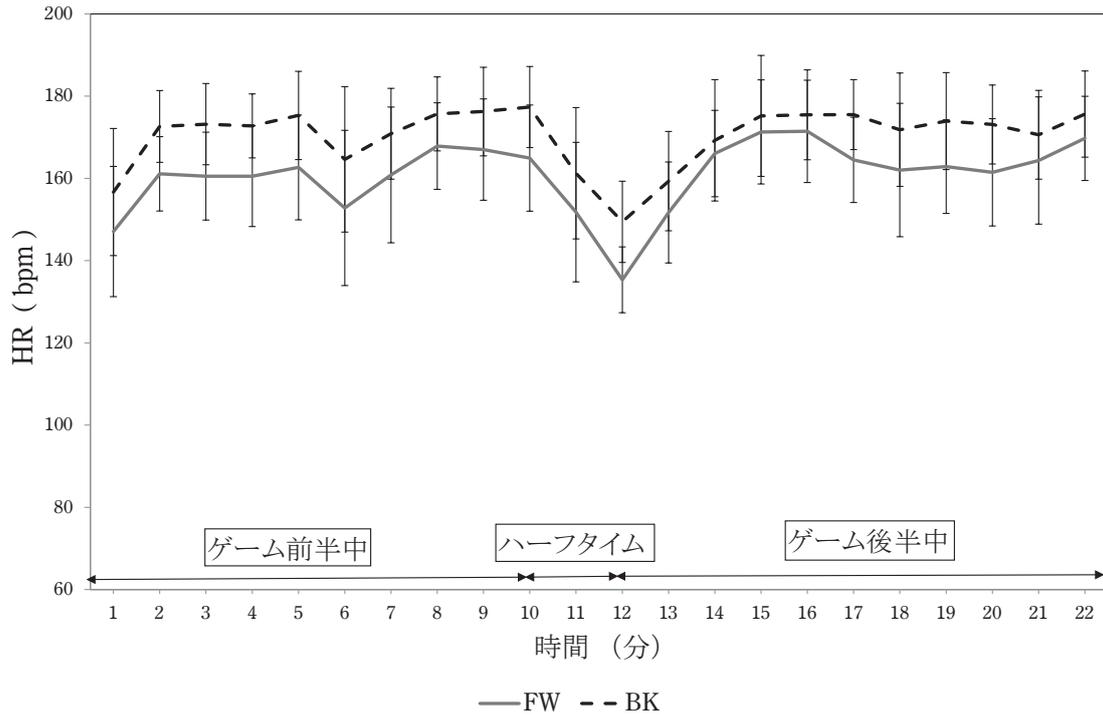


図3 全4ゲームを合わせたHRにおける1分毎の平均値の推移

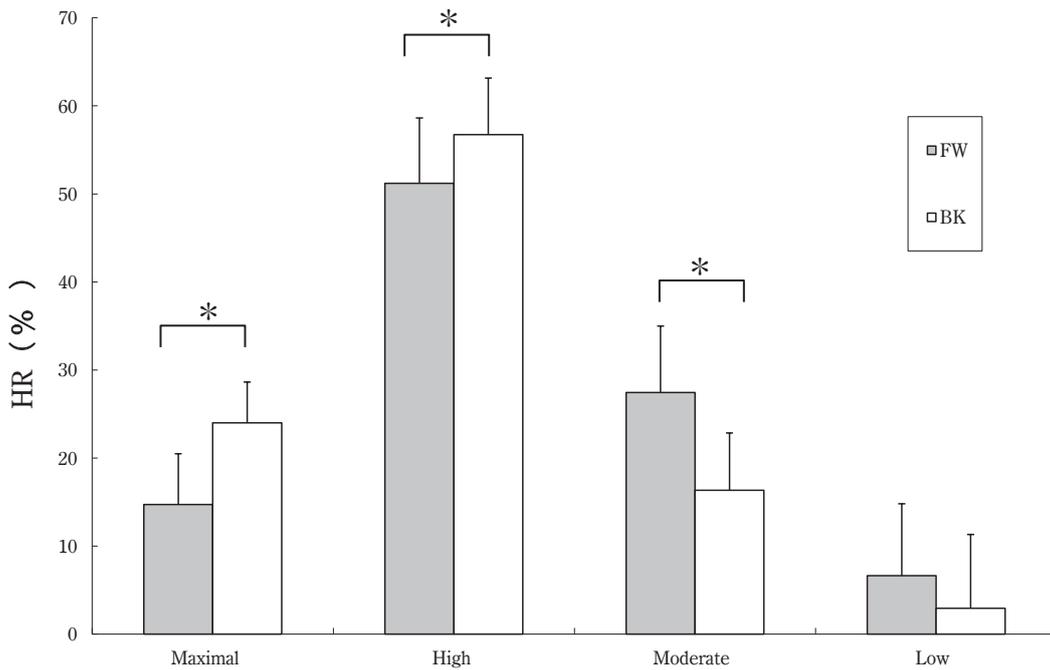


図4 4つのカテゴリーで分類したゲーム中HRの比率におけるFWとBK間での比較

Maximal (>95%HRmax), High (85-95%HRmax), Moderate (75-84% HRmax), Low (<75%HRmax). * $p < .05$.

分類したゲーム中HRの比率におけるFWとBK間での比較を図4に示した。MaximalのカテゴリーにおいてBK (24.0 ± 4.6%) はFW (14.7 ± 5.8%) よりも有意に高値を示した ($t(22) = -2.59, p < .05$)。Highのカテ

ゴリーにおいても、BK (56.7 ± 6.4%) はFW (51.2 ± 7.4%) よりも有意に高値を示した ($t(22) = -3.10, p < .05$)。しかし、Moderateのカテゴリーにおいては、FW (27.4 ± 7.6%) がBK (16.3 ± 6.5%) よりも有

意に高値を示した ($t(22) = -3.30, p < .05$)。Lowのカテゴリにおいても、FWがBKよりも高い傾向を示した。

全被験者、FW及びBKにおけるゲーム中RPEの平均値と標準偏差を表2に示した。分散分析の結果、ポジションと測定時間の交互作用は有意でなかった ($F(1,23) = 4.03, p > .05$)。また、ポジション、測定時間も主効果は有意でなかった (ポジション: $F(1,23) = 0.18, p > .05$, 測定時間: $F(1,23) = 4.17, p > .05$)。ゲーム全体における全被験者のRPEは 15.9 ± 1.9 であった。

全4ゲームにおけるインプレー時間とアウトプレー時間の平均値と標準偏差を表3に示した。ゲーム前半、ゲーム後半ともにインプレー時間とアウトプレー時間は大差なく、その比は全4ゲームにおいて $1:0.8 \sim 0.9$ であった。

IV. 考 察

1. 7人制ラグビーと15人制ラグビーの比較

陸上競技の中距離走などにみられるように高強度の運動を休息なしに継続する持久性運動の場合、HRは運動開始2-4分後から運動終了までプラトーを示す(山地, 1983)。これに対して、高強度の運動を低強度の運動もしくは休息をはさんで何度も繰り返す球技等の間欠的運動の場合、HRは上昇と下降を繰り返す(山本, 1994)。しかし、球技においては競技人数やコート面積の変化により、その競技特性が変わるため(沼澤ほか, 1996; 津田ほか, 2007)、同一種目であっても運動強度が異なることがある。例えば、正規の競技規則に則ったサッカーゲーム中HRは間欠的運動の様相を呈するのに対し、競技人数とコート面積を減少

させたミニサッカーにおけるHRは持久性運動に類似すると報告されている(梶山ほか, 2006)。7人制ラグビーは、15人制ラグビーの競技規則に準じてゲームが実施されることになっているが、その競技人数や競技時間などの若干の相違がみられる(表4)。そのため、その競技特性も変化し、運動強度が異なることが推測される。

本研究における7人制ラグビーの場合、各被験者のHRは、ゲーム開始後に急激に上昇し、その後は120-190bpmの間を周期的に変動した。また、各ゲームにおける全被験者の1分毎のHRの平均値でも、ゲーム開始2分目までにHRは急激に上昇し、ゲーム前半の終了まで150-170bpmの間で周期的に変動した。ハーフタイム時に一時下降するが、ゲーム後半の2分目までに再度上昇し、ゲーム前半より10拍程度高い160-180bpmの間でゲーム後半の終了まで周期的に変動した。Doutreloux et al. (2002)によれば、15人制ラグビーにおける各被験者のゲーム中HRは80-200bpmの間で周期的に変動している。これを本研究の7人制ラグビーと比較すると、15人制ラグビーの方がHRの変動幅が大きい。7人制ラグビーは、15人制ラグビーに比べて競技人数が半減するにもかかわらず、コート面積は変わらないために、選手一人当たりの単位面積は大きくなる。このため、ボール所持率の上昇や、プレー範囲の拡大などが生じ、各選手の運動量が多くなる。このことが、7人制ラグビーにおけるHRの平均値を高くし、変動幅を小さくした一因と考えられる。

HRの変動に影響するもう一つの要因として、インプレー時間とアウトプレー時間の比が考えられる。インプレー時間内には、ダッシュやタックル、スクラム、ラック、モール等の高強度運動が発生する。しか

表2 全被験者、FW及びBKにおけるゲーム中RPEの平均値と標準偏差

	前半5分目	前半終了時	後半5分目	後半終了時	ゲーム全体
全被験者 (n=10)	14.6±1.8	16.0±1.2	16.3±2.0	16.4±2.0	15.9±1.9
FW (n=6)	14.8±1.6	15.9±1.4	16.1±1.9	16.5±2.0	15.8±1.9
BK (n=4)	14.3±2.2	16.4±0.9	16.6±2.1	16.5±1.9	15.9±2.1

表3 全4ゲームにおけるインプレー時間とアウトプレー時間の平均値と標準偏差 (分:秒)

	ゲーム前半	ゲーム後半	ゲーム全体
インプレー時間	5:40±0:30	5:18±0:24	10:53±0:45
アウトプレー時間	5:00±0:35	5:05±0:40	9:42±1:03

表4 7人制ラグビーと15人制ラグビーの競技規則の比較

	7人制ラグビー	15人制ラグビー
競技人数	7人 (FW: 3人, BK: 4人)	15人 (FW: 8人, BK: 7人)
競技時間	14分 (7分ハーフ) もしくは 14分 (10分ハーフ)	80分 (40分ハーフ)
コート広さ	長さ100m×幅70m	
ルール	7人制ラグビーは15人制ラグビーの競技規則に準じてゲームが実施される(一部変更点あり).	

し、アウトプレー時間ではプレーが中断し、次のプレーへと準備するためにジョギングやウォーキング等の低強度運動あるいは静止状態等の休息が発生する。7人制ラグビーゲームにおいてもインプレー時間とアウトプレー時間が生じることにより高強度運動と低強度運動が発生し、この繰り返しによって、ゲーム中HRが上下動を繰り返したと推測される。本研究の7人制ラグビーのインプレー時間とアウトプレー時間は渡辺ほか(1999)と同様に大差なく、その比は1:0.8~0.9であった。これに対して、15人制ラグビーの場合、インプレー時間とアウトプレー時間の比は1:1.5~1.6と報告されている(森, 2005)。すなわち、7人制ラグビーに比較して15人制ラグビーではインプレー時間よりもアウトプレー時間の方が長い傾向にある。このため、7人制ラグビーよりも15人制ラグビーにおいて、インプレー時間内に上昇したHRがアウトプレー時間内に下降する幅が大きくなるものと推測される。

本研究においては、対戦相手を変えた4つのゲームを分析したが、1分毎のHRの平均値にはゲームの主効果が認められなかった。このことは、ゲームの違いはHRに影響する要因ではないことを示すことから、HRの再現性は高いと考えられる。そのため、7人制ラグビーのゲーム中HRは、ゲーム開始2分目までに急激に上昇し、ゲーム終了時までのインプレー時間とアウトプレー時間による低強度運動と高強度運動の繰り返しにより、上昇と下降を繰り返す変動傾向にあると考えられる。

次に、7人制ラグビーにおけるFWとBKのポジション別にゲーム中HRを検討した結果、個人値においてBKはFWよりもHRが高いレベルを保ち、その振幅も小さい傾向がみられた。全4ゲームのHRの平均値に

ついても、BKはFWよりも有意に高かった。また、本研究における7人制ラグビーの場合、MaximalやHighの高いカテゴリーではBKはFWより長時間を費やし、ModerateやLowの中から低のカテゴリーではFWはBKよりも長時間を費やす傾向が認められた。これに対し、Deutsch et al. (1998)とDoutreloux et al. (2002)の15人制ラグビーにおいては、FWは、Highのカテゴリーにおいてゲーム中の6割近くの時間を費やし、BKよりもHRの高いカテゴリーで長時間を費やしている。また、Maximalのカテゴリーにおいても、FWはBKよりも長時間を費やしている。しかし、ModerateやLowの中から低のカテゴリーではBKはFWよりも長時間を費やす傾向にある。

このように、7人制ラグビーのポジション別にHRを検討した場合、個人値、全ゲーム中HRの平均値、HRのカテゴリーのいずれにおいても、BKはFWよりもHRの高い領域で多くの時間を費やしていた。これは、15人制ラグビーに比べ7人制ラグビーにおける少ない競技人数によって生じるポジション特性の変化に起因するものと推測される。7人制ラグビーは、15人制ラグビーと比較して、スクラムやラインアウトといったFWによるセットプレーの頻度が少ない(畑ら, 1997)。また、コンタクトプレーであるラックやモールを形成せずに、ランやパスを使ってボールを保持する時間を継続させることが勝敗の重要な要素である(椿原, 2004)。そのため、7人制ラグビーにおいては、BKはFWよりもボール所持率や役割が増し、HRの高い領域で多くの時間を費やしていたと考えられる。

なお、本研究で得られた7人制ラグビーの研究結果と、15人制ラグビーの先行研究の結果を比較したものを表5に示した。また、本研究で対象となった各被験

表5 7人制ラグビー（本研究）と15人制ラグビー（先行研究）の研究結果の比較

	7人制ラグビー	15人制ラグビー
各被験者のHRの推移	120-190bpm	80-200bpm (Doutreloux et al., 2002)
全被験者の1分毎のHR平均値	(前半) 150-170bpm (後半) 160-180bpm	—
Deutsch et al. (1998) の 4つのカテゴリーで分類した ゲーム中HRの比率における FWとBK間での比較	(Maximal) FW < BK* (High) FW < BK* (moderate) FW > BK* (Low) FW > BK	(Maximal) FW < BK (High) FW < BK* (moderate) FW > BK* (Low) FW > BK* (Deutsch et al., 1998)
インプレー時間と アウトプレー時間の比	1 : 0.8~0.9	1 : 1.5~1.6 (森, 2005)

* $p < .05$.

者は、15人制ラグビーの先行研究で対象となった被験者と競技レベル、年齢において同等にあると考えられ、被験者間のレベル差によって受ける競技特性の影響は小さいと考えられる。

2. 7人制ラグビーのトレーニングへの示唆

間欠的運動における筋活動のエネルギー供給においては、有酸素系エネルギーと無酸素系エネルギーの1つであるATP-CP系エネルギーが相互に利用され、高強度運動の反復を可能にしている (Bangsbo, 1994; Esen et al., 1977; Fox et al., 1969; Gaitanos et al., 1993; Margria et al., 1969)。また、間欠的運動における両エネルギー系の貢献度は競技特性に左右され、サッカーやバスケットボールのように運動期の時間が休息期の時間より相対的に高い種目ほど、高い有酸素系能力が要求されると考えられている (山本, 1994)。

本研究における7人制ラグビーのRPEにおいては、全被験者のゲーム全体平均値は15.9であり、各測定時の平均値は、全被験者、FW、BKともにRPE尺度の「13ややきつい~17かなりきつい」の間であった。このRPE尺度の数字はHRの1/10と対応していることから (Borg, 1973)、RPE測定時のHRは130-170bpmと推測され、これは最大酸素摂取量の80~90%の間に値する。また、先述のようにFWとBKの平均HRの推移でもゲーム中は150-180bpmの高レベルで周期的に変動した。そして、HRの変動幅は15人制ラグビーより小さかった。

これらの結果は、7人制ラグビーにおいてはFW、BKともに高レベルの有酸素系能力を獲得させる必要があることを示唆する。特に、7人制ラグビーのBKはFWよりもHRの高いカテゴリーでより長時間を費

やしていた結果から、ゲーム中の低強度運動や休息時間の割合が少なくても、高強度の運動を維持できる能力を高めておく必要がある。

間欠的運動の競技力を向上させるためには、有酸素系能力とATP-CP系能力の両方を向上させるトレーニングが要求され、そのトレーニング方法は、運動強度と運動時間、休息時間の3つの条件を調整することによって行われる (金久, 1993)。そして、休息時間を短くしてトレーニングするほど有酸素系能力が向上すると考えられている (山本, 1994)。

15人制ラグビーの競技特性を考えた場合、ダッシュやタックル、ラック、モール、パス、キックなどのプレーをともなった15~20秒以内の高強度運動と40秒以内の低強度運動や休息のインターバルで80分間続けなければならない (Maud et al., 1984; McLean, 1992)。そのため、その競技特性に応じた高強度運動を低強度運動や休息をはさんで反復するトレーニング方法が有効であると考えられて実施されている。

以上のことを踏まえて、7人制ラグビーのトレーニング方法を考える場合、15人制ラグビーのトレーニング方法よりも、運動強度を高くした上で、休息時間を短くすることで7人制ラグビーの特性により即したトレーニング効果が期待できると考えられる。

V. 要約

15人制ラグビーの生理的特性と比較するため、高校ラグビー部員10名を対象として、7人制ラグビーのゲーム中HRとRPEを測定した。

7人制ラグビーにおける各被験者のゲーム中HRは、120-190bpmの間で周期的に上下に変動し、15人制ラ

グビーの80-200bpmに比べ高値を示した。また、1分間の平均HRの推移でもゲーム中は150-180bpmの高いレベルで周期的に変動した。この変動幅は15人制の変動幅より小さかった。

HRの分布で見ると、7人制ラグビーの場合、MaximalやHighの高いHRの域ではBKはFWより多くの時間を費やし、Moderateの中程度のHRの域ではFWはBKよりも多くの時間を費やすという15人制ラグビーとは異なる結果が得られた。

RPEについては、FW(15.8 ± 1.9)とBK(15.9 ± 2.1)間に差はなかった。

以上のことから、7人制ラグビーは、15人制ラグビーのトレーニング方法よりも、運動強度を高くし、休息時間を短くすることで、より競技特性に即したトレーニング効果が期待できると考えられた。

文 献

- 青木邦夫 (1983) 正課持久走へのRPE (主観的運動強度) の導入の試み. 体育の科学, 33:839-843.
- Bangsbo, J. (1994) Energy demand in competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*, 12:5-12.
- Borg, G. (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2:92-98.
- Borg, G. (1973) Perceived exertion : a note "history" and methods. *Med and Sci. in Sports*. 5 (2) :90-93.
- Borg, G. (1982) Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. *International Journal of Sports Medicine*, 3:153-158.
- Deutsch, M.U., Maw, G.J., Jenkins, D., Reaburn, P. (1998) Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 16:561-570.
- Doutreloux, J.P., Tepe, P., Demont, M., Passelergue, P., Artigot, A. (2002) Exigences energetiques estimees selon les postes de jeu en rugby. *Science & Sports*, 17:189-197.
- Esen, B., Hagenfeldt, L., Kaijser, L. (1977) Utilization of blood-borne and intramuscular substrates during continuous and intermittent exercise in man. *Journal of Physiology*, 265:489-506.
- Fox, E.L., Robinson, S., Wieqman, D.L. (1969) Metabolic energy sources during continuous and interval running. *Journal of Applied Physiology*, 27:174-178.
- Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H., Brooks, S. (1993) Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75:712-719.
- 秦 修司 (1987) ラグビーの歴史: その起源と発展について. 金沢大学教科教育研究, 23 : 125-131.
- 畑 厚・永松昌樹 (1997) ラグビーフットボールのゲーム分析に関する研究: 7人制と15人制におけるセットプレーの比較検討. 日本体育学会大会号, 48 : 460.
- Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., Hoff, J. (2001) Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports Exercise*, 33:1925-1931.
- Hoff, J., Helgerud, J. (2004) Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Medicine*, 34:165-180.
- 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, 145:589-593.
- International Rugby Board (2011) 競技規則RUGBY UNION. IRB: Ireland, pp.10.
- 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.
- 金久博昭 (1993) パワーの持久性とトレーニング効果. *Journal of Sports Sciences*, 12:165-175.
- Margaria, R., Oliva, R.D., Di.Prampero, P.E., Cerretelli, P. (1969) Energy utilization in intermittent exercise of supramaximal intensity. *Journal of Applied Physiology*, 26:752-756.
- Maud, P.J., Schultz, B.B. (1984) The US national rugby team: a physiological and anthropometric assessment. *Physician Sportsmed*, 12:86-99.
- McLean, D.A. (1992) Analysis of the physical demands of international rugby union. *10:285-296.*
- 森 弘暢 (2005) ラグビーにおけるゲーム様相に関する研究: 2003年ワールドカップおよび日本選手権との比較から. *スポーツ方法学研究*, 18 : 101-110.
- 沼澤秀雄・伊藤森幸・大橋二郎・松山康・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.
- 小野寺孝一・宮下充正 (1977) 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性. *体育学研究*, 21 : 191-203.
- オストランド (1995) オストランド運動生理学. 朝比奈一男ほか訳, 大修館書店: 東京, pp.254-340.
- 外岡立人 (1994) 心拍数をトレーニングに活かす方法. *Training Journal*, 108:12-16.
- Sugiyama, K., Iwaihara, Y., Kawai, M. (1999) Development of a treadmill running test to simulate heart rate response during a basketball game. *Sports Medicine Training & Rehabilitation*, 9:141-152.
- 杉田正明 (2005) 心拍数を使いこなす. *Training Journal*, 307:72-73.
- 武石健哉 (2010) 7人制ラグビーの攻撃戦術の15人制ラグビーへの応用. *仙台大学紀要*, 42 : 31-39.
- 椿原徹也・渡辺一郎 (2002) 7人制ラグビーにおけるトライに関する研究: 1999年および2001年に行われた国際レベルのゲーム比較から. 日本体育学会大会号, 53 : 540.
- 椿原徹也・渡辺一郎 (2004) 7人制ラグビーにおけるボール保持時間とトライに関する研究. 日本体育学会大会号, 55 : 465.

- 津田龍佑・篠崎 徹・後藤邦夫・高松 薫 (2007) 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. *International Journal of Sport and Health Science*, 5:42-53.
- 山地啓司 (1983) 運動処方のための心拍数の科学. 大修館書店：東京, p.65.
- 山本正嘉 (1994) AnerobicsとAerobicsの二面性をもつ運動をとらえる：間欠的運動のエナジェティクス. *Japan Journal of Sports Science*, 13:607-615.
- 渡辺一郎・斉藤武利・勝田 隆・宮尾正彦・河野一郎 (1999) 7人制ラグビーのゲーム様相に関する研究：国際大会におけるインプレー時間、アウトプレー時間の分析から. *日本体育協会スポーツ科学研究報告集*, 1：135-141.
- 渡辺一郎・斉藤武利・勝田 隆・河野一郎 (2000) 7人制ラグビーにおけるゲーム様相に関する研究：'99JAPAN7's大会におけるトーナメント別ゲーム様相の違いについて. *日本体育学会大会号*, 51：424.

平成24年6月10日受付

平成25年1月31日受理

