学位論文の要約

# 7 人制と 15 人制のラグビーフットボール競技における運動強度に関する研究

広島大学大学院　教育学研究科

文化教育開発専攻

大塚　道太

【　目　次　】

第 1 章　研究の背景と目的
　第 1 節　緒言
　第 2 節　先行研究の検討
　第 3 節　問題の所在と研究目的

第 2 章　7 人制と 15 人制のラグビーにおける生理的運動強度
　第 1 節　研究目的
　第 2 節　研究方法
　第 3 節　結果
　第 4 節　考察
　第 5 節　小括

第 3 章　15 人制のラグビーにおける物理的運動強度
　第 1 節　研究目的
　第 2 節　研究方法
　第 3 節　結果
　第 4 節　考察
　第 5 節　小括

第 4 章　7 人制のラグビーにおける物理的運動強度
　第 1 節　研究目的
　第 2 節　研究方法
　第 3 節　結果
　第 4 節　考察
　第 5 節　小括

第 5 章　総合考察
　第 1 節　本研究の成果と意義
　第 2 節　今後の課題

文献

## 第 1 章　研究の背景と目的

運動強度の測定には，心拍数（HR）(猪飼ほか,1971；外岡,1994；杉田,2005)や，Borg(1970)の主観的運動強度（RPE）(青木,1983)を指標として用いて，運動強度の生理的特性を明らかにすることが多い．また，それぞれの球技スポーツ種目の移動距離や移動速度，運動時間，休息時間などを指標として，運動強度の物理的特性を把握し，それに即してトレーニング方法を計画することも試みられている(谷所ほか,2009).

15 人制ラグビーにおける生理的運動強度については，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)より高い HR の領域でプレーする時間が長いと指摘されている．しかし，7 人制ラグビーに関しては，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．

15 人制ラグビーにおける物理的運動強度については，村上ほか(1998)が，移動距離と移動速度を DLT 法(Direct Linear Transformation method）によって検討した．しかしながら，研究対象をインプレー時間内のみの運動強度に設定しており，ゲーム全体の運動強度は検討されていない．7 人制ラグビーに関しては，運動強度の物理的特性はほとんど検討されていない．

そこで本研究では，7 人制ラグビーと 15 人制ラグビーの運動強度の比較を通して，両ラグビーの運動強度の生理的特性と物理的特性を明らかにすることにより，両ラグビーのトレーニング処方への有用な知見を得ることを目的とした．

## 第 2 章　7 人制と 15 人制のラグビーにおける生理的運動強度

生理的運動強度の指標としての HR と RPE を用いて，7 人制ラグビー

におけるゲーム中の運動強度を測定し,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，両ラグビーの運動強度の生理的特性を明らかにした.

全国大会出場経験のある高等学校ラグビー部の男子生徒 10 名（FW6名,BK4名）を対象とし,7人制ラグビーの 4 ゲームを分析対象とした.

7人制ラグビーのゲーム中における各被験者の HR は，120‐190bpm の間を周期的に上下に変動した．また，各 4 ゲームにおける HR の 1 分毎の平均値は,ゲーム中 150‐180bpm の間で周期的に上下に変動した.全 4 ゲームを合わせた HR の 1 分毎の平均値は，BK(149‐176 ± 8‐18bpm)が FW(135‐171 ± 8‐19bpm)より有意に高かった.

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，7 人制ラグビーの方が HR の平均値が高く，また変動幅が小さいことが明らかとなった.

次に， Deutsch et al.(1998)の 4 つのカテゴリーで分類したゲーム中 HR の比率でみると,本研究の 7 人制ラグビーの場合,Maximal や High の高い HR の領域では BK は FW より多くの時間を費やし,Moderate の中程度の HR の領域では FW は BK より多くの時間を費やしていた．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，BK よりも FW の方が HR の高い領域で長時間を費やしていた．本研究における 7 人制ラグビーの RPE において，全被験者のゲーム全体平均値は 15.9 であった.

このように 7 人制ラグビーは 15 人制ラグビーよりも HR の平均値が高く，また変動幅が小さい結果は，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性能力を獲得させる必要のあることを示唆する.

さらに，7人制ラグビーのBKにおいては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性が示唆された.

間欠的運動の競技力を向上させるためには,有酸素性能力と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性能力が向上すると考えられている(山本,1994). このため，7人制ラグビーにおいては15人制ラグビーよりも，運動強度を高くした上で，休息時間を短くするトレーニングによって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.

## 第3章　15人制のラグビーにおける物理的運動強度

物理的運動強度の指標としての移動距離と移動速度を用いて15人制ラグビーのゲーム中の運動強度をDLT法により測定し，15人制ラグビーの運動強度の物理的特性を明らかにした．分析対象は，全国大会に出場経験のあるA大学とB大学の公式試合とした.

15人制ラグビーにおける1ゲーム全体を通した移動距離は4‐7kmに及び，FWとBKを比較するとBK(6.23±0.33km)はFW(5.16±0.48km)より有意に多く移動し，また後列に位置するポジションほど多くの距離を移動する傾向がうかがえた.移動速度においては,最高移動速度は7‐9m/s，平均移動速度は0.8‐1.2m/sの範囲にあった．FWとBKの平均移動速度を比較するとBK(1.13±6.26m/s)はFW(0.94±8.92m/s)より有意に高値を示し，また後列に位置するポジションほど高い移動速度を示

す傾向がうかがえた．1 ゲーム全体を通した移動距離と移動速度のどちらにおいても，ポジションが後列に位置するほど高値を示す傾向にあるのは，BK の方が長い距離を勢い良く走り込んでボールを受け取る必要があるというポジション特性が関与していると考えられる．

個人の最高移動速度を基準とした 6 つのカテゴリーの分布でみた結果，どのポジションにおいても，1 ゲーム全体の 80%を最高移動速度の 0%と 1 - 20%カテゴリーが占めていた．1 ゲーム全体の残りの 18%を最高移動速度の 21 - 40%と 41 - 60%カテゴリーが占め，61 - 80%と>80%カテゴリーは 2%しか占めていなかった．Bangsbo et al.(1991)によるゲーム中の移動速度の区分を本研究における 6 つのカテゴリーの移動速度と対応させると，0%カテゴリーは Standing，1 - 20%カテゴリーは Walking，21 - 40%カテゴリーは Jogging と Slow running，41 - 60%カテゴリーは Moderate running，61 - 80%カテゴリーは Fast running，>80%カテゴリーは Sprint の領域におおよそ相当する．また，田中ほか(2002)は Bangsbo et al.(1991)の移動速度の分類をエネルギー供給系と対応させて，Standing や Walking，Jogging，Slow running は有酸素性エネルギーの領域とし，Moderate running，Fast running，Sprint は無酸素性エネルギーの領域と設定している．このエネルギー供給の視点から，本研究の結果を解釈すると，Standing もしくは Walking の走運動を伴わない有酸素運動がゲーム全体の 80%を占め，その合間に Jogging や Slow running の有酸素性エネルギーが要求される中強度の走運動，及び Moderate running や Fast running，Sprint の無酸素性エネルギーが要求される中 - 高強度の走運動を間欠的に行っていると考えられる．

また，インプレー時間内とアウトプレー時間内で分析すると，0%と 1 - 20%カテゴリーはインプレー時間内の 62 - 70%，アウトプレー時間内の

84 - 87%を占めていた．21 - 40%，41 - 60%，61 - 80%，>80%カテゴリーはインプレー時間内の 30 - 38%，アウトプレー時間内の 13 - 16%を占めていた．このことから，インプレー時間内においては，Walking のような低強度運動の合い間に，Jogging や Slow running，Moderate running，Fast running，Sprint といった中 - 高強度の走運動を間欠的に行っていると考えられる．これに対して，アウトプレー時間内では，Standing や Walking といった走運動をともなわない低強度運動がほとんどを占めると考えられる．

1 回あたりの平均インプレー時間(40±29 秒)に占める各カテゴリーの時間を詳細に検討すると，＞80%と 61 - 80%カテゴリーの Fast run や Sprint の高強度運動が 2 秒を占め，41 - 60%カテゴリーの Moderate run の中強度運動が 4 秒を占めていた．これらのことから，1 回のインプレー時間内に起こる中 - 高強度運動は平均して 1 回あたりに 6 秒出現することになる．10 秒以内の高強度運動のエネルギー源は ATP - CP 系であり(Margaria, 1976; Sahlin, 1986)，間欠的運動における無酸素性エネルギーは ATP - CP 系の貢献度が高いことから(Fox et al., 1969; Gaitanos et al., 1993)，本研究における 40%強度以上のエネルギー源は ATP - CP 系であると推測される．そして，インプレー時間内の ATP - CP 系以外の残りの時間 34 秒とアウトプレー時間 47 秒を合わせた 81 秒の時間における活動は Walking，Jogging，Slow running といった低 - 中強度運動と，Standing のような休息であったことから，この間のエネルギー供給源は有酸素性であると推測される(山本, 1994)．したがって，15 人制ラグビーでは，ATP - CP 系エネルギーを供給源とした 6 秒の中 - 高強度運動と，有酸素性エネルギーを供給源とした 81 秒の休息を含む低 - 中強度運動が繰り返されていると考えられる．

以上のことから，15 人制ラグビーのトレーニング方法を考える場合，ゲーム中の中‐高強度運動のほとんどがインプレー時間内で起こっていたことを考慮して，その運動強度を想定して設定すべきであると考えられる．次に，運動時間については，1 回のインプレー時間内に中‐高強度運動は 6 秒出現していたことを考慮して，休息時間については，1 回のインプレー時間内における低‐中強度運動の 34 秒と 1 回のアウトプレー時間の 47 秒の合計を考慮して設定すべきであると考えられる．

## 第 4 章　7 人制のラグビーにおける物理的運動強度

物理的運動強度の指標としての移動距離と移動速度を用いて 7 人制ラグビーのゲーム中の運動強度を DLT 法により測定し，7 人制ラグビーの運動強度の物理的特性を明らかにした．分析対象は，大学生と社会人の 32 チームが参加した全国大会レベルの公式大会の 11 ゲームをとした．

1 ゲーム全体の平均移動距離は 1.46‐1.59km の範囲にあり，FW と BK の間に有意差はなく，またポジション間で有意差はみられなかった．1 ゲーム全体の最高移動速度，及び平均移動速度はそれぞれ 6.67‐7.47m/s，及び 1.55‐1.70m/s の範囲にあり，いずれにおいても FW と BK の間に有意差はなく，またポジション間でも有意差はみられなかった．

本研究による 7 人制ラグビーの平均移動距離(1.50±0.24km)，平均移動速度(1.62±0.20m/s)を，本研究及び他の研究も含めた 15 人制ラグビーの 1 ゲーム全体の平均移動距離(0.29‐0.55km: 7 人制ラグビーの競技時間である 7 分間に換算)，平均移動速度(1.19‐1.30 m/s)を比較すると，それぞれ平均して 263%，及び 35%高かった．このことは，7 人制

ラグビーの方が 15 人制ラグビーよりも高速化し，それに伴い移動距離も増大していることを示していると考えられる．また，本研究の 7 人制ラグビーにおいては，平均移動距離と平均移動速度にポジション間の差が認められなかったことから，7 人制ラグビーと 15 人制ラグビーは異なり，ポジション特性の関与が少ないものと考えられる．

個人の最高移動速度を基準とした 6 つのカテゴリーの分布でみた結果，FW と BK でそれぞれ，1 ゲーム全体の 53%及び 56%を最高移動速度の 0%と 1‐20%カテゴリーが占めていた．1 ゲーム全体の残りの 41%及び 38%を 21‐40%と 41‐60%カテゴリーが占め，61‐80%カテゴリーと >80%カテゴリーは 7%，及び 6%しか占めていなかった．エネルギー供給系の視点から，本研究の結果を解釈すると，Standing もしくは Walking の走運動を伴わない有酸素運動がゲーム全体の 51%を占め，その合間に Jogging や Slow running の有酸素性エネルギーが要求される中強度の走運動，及び Moderate running や Fast running，Sprint の無酸素性エネルギーが要求される中‐高強度の走運動を間欠的に行っていると考えられる．

また，インプレー時間内とアウトプレー時間内で分析すると，0%と 1‐20%カテゴリーはインプレー時間内の 37‐40%，アウトプレー時間内の 66‐69%を占めていた．21‐40%，41‐60%，61‐80%，>80%カテゴリーはインプレー時間内の 60‐64%，アウトプレー時間内の 31‐34%を占めていた．このことから，インプレー時間内においては，Jogging や Slow running，Moderate running，Fast running，Sprint といった中‐高強度の走運動が 60%を占め，その合い間に Walking のような低強度運動を間欠的に行っていたとみることができる．これに対して，アウトプレー時間内では，Standing や Walking といった走運動をともなわない低強

度運動が 70%を占め，その合い間に主として Slow running や Moderate running の中強度運動を間欠的に行っていたとみることができる．

1 回あたりの平均インプレー時間(30±17 秒)に占める各カテゴリーの時間を詳細に検討すると，61‐80％カテゴリーと＞80％カテゴリーの Fast run や Sprint の高強度運動が 3 秒を占め，41‐60％カテゴリーの Moderate run の中強度運動が 5 秒を占めていた．これらのことから，インプレー1 回あたりに起こる中‐高強度運動は 8 秒出現することになり，このエネルギー供給源は ATP‐CP 系であると推測される．そして，インプレー1 回あたりにおける ATP‐CP 系以外の時間 22 秒と，アウトプレー1 回あたりの平均時間 32 秒を合わせた 54 秒における活動は Walking, Jogging, Slow running といった低‐中強度運動と，Standing のような休息であったことから，この間のエネルギー供給源は主として有酸素性であると推測される．したがって，7 人制ラグビーでは，ATP‐CP 系エネルギーを供給源とした 8 秒の中‐高強度運動と，有酸素性エネルギーを供給源とした 54 秒の休息を含む低‐中強度運動が繰り返されていると考えられる．

以上のことから，7 人制ラグビーのトレーニング方法を考えた場合，ゲーム中の中‐高強度運動のほとんどがインプレー時間内に起こっていたことを考慮して，その運動強度を想定して設定すべきであると考えられる．次に，運動時間については，インプレー時間内における 1 回あたりの中‐高強度運動は 8 秒出現していたことを考慮して，休息時間については，1 回のインプレー時間内における低‐中強度運動の 22 秒と 1 回のアウトプレー時間の 32 秒の合計を考慮して設定すべきであると考えられる．

## 第 5 章　総合考察

7 人制と 15 人制ラグビーの生理的運動強度の比較から，7 人制ラグビーにおいては 15 人制ラグビーよりも，運動強度を高くした上で，休息時間を短くするトレーニングによって 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示唆された．この結果は，HR を指標にした総合的なトレーニングの目標値となるものであり，これまで経験に多くを頼ってきた指導現場に客観的指標を提供したことは本研究の新たな成果であると考えられる．しかしながら，ラグビーに限らず間欠的運動における生理的運動強度は運動強度の高低を明示できるが，その高低に作用する運動要因を把握できない．そのため，間欠的運動の生理的運動強度の把握だけでは，具体的なトレーニング方法を示すには限界がある．このため，次に物理的運動強度を指標にして運動要因について検討した．

15 人制ラグビーの物理的運動強度においては，ATP‐CP 系エネルギーを供給源とした 6 秒の中‐高強度運動と，有酸素性エネルギーを供給源とした 80 秒の休息を含む低‐中強度運動が繰り返されていると推定された．さらに，15 人制ラグビーにおけるポジション特性の関与を移動距離と移動速度の数値データを用いて客観的に示すこともできた．

次に，7 人制ラグビーの物理的運動強度においては，ATP‐CP 系エネルギーを供給源とした 8 秒の中‐高強度運動と，有酸素性エネルギーを供給源とした 54 秒の休息を含む低‐中強度運動が繰り返されていると推定された．7 人制ラグビーと 15 人制ラグビーのゲーム中の生理的運動強度に影響する運動要因として，エネルギー供給の視点から示せたことは，両ラグビーのトレーニングに対する本研究の成果であると考えられる．

7人制ラグビーと15人制ラグビーの物理的運動強度を比較してみると，ATP‐CP系エネルギーを供給源とした中‐高強度運動の時間差は2秒と少ない．しかし，10秒以内の高強度運動のエネルギー源はATP‐CP系であり，最大努力の運動の場合，このエネルギーは理論上7‐8秒で枯渇する(Margaria,1976; Sahlin,1986)．このため，ゲームの勝敗に関与するハイスピードの持続という視点から，この時間差はエネルギー供給上の大きな意義を持つと考えられる．さらに，両ラグビーにおける有酸素性エネルギーを供給源とした休息を含む低‐中強度運動の時間差は26秒あり，ATP-CP系エネルギーを回復させるためには7人制ラグビーの方が15人制ラグビーより高い有酸素性エネルギー能力が求められる．両ラグビーにおけるこのような相違から，7人制ラグビーのトレーニングでは15人制ラグビーよりも運動強度をより高く，運動時間をより長く，休息時間をより短くする必要があると考察された．このように，本研究結果から，両ラグビーの運動要因に立脚したトレーニング方法を提示できたことは，両ラグビーの競技力の向上を図る上で大きな意義を持つと考えられる．

今後の課題として，競技レベルの異なる選手，例えば国内トップ選手や高校生選手，女性選手に関する検討が残されている．また，サッカー，バスケットボール，ハンドボール等のラグビー以外のゴール型球技での比較検討も今後の課題である．

## 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., Norregaard,L., Thorso,F. (1991) Activity profile of competition on Soccer.Can. Journal of Sports Sciences, 16:110-116.

Borg,G. (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress.　Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine,2:92-98.

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 selin les postes de jeu en rugby. Science & Sports,17:189-197.

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.

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.

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. (1976) Biomechanics and energetics of muscular exercise. Oxford University Press.

村上純・下園博信・下永田修二・乾真寛・片峯隆・古川拓生（1998）ラグビープレーヤーのゲーム中の移動距離と速度の研究. 福岡大学体育学研究,52:25-54.

Sahlin,K. (1986) Metabolic changes limiting muscle performance. Biochemistry of Exercise, 6:323-343.

杉田正明（2005）心拍数を使いこなす. Training Journal,307:72-73.

田中守・Michalsik,L.B.,・Bangsbo,J. (1994) デンマークにおける一流ハンドボール選手の公式ゲーム中の活動特性. スポーツ方法学研究,15:61-73.

谷所慶・伊藤和一・前田正登・平川和文（2009）混戦型球技における移動特性および間欠的運動パターンの比較. 体育学研究,54:99-106.

外岡立人（1994）心拍数をトレーニングに活かす方法.Traning Journal,108:12-16.

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 Jornal of Sports Sciencese,13:607-615.