

ゴロ捕球技能レベルの異なるソフトボール選手における 視野制限に対する動作適応の相違

大田 穂¹⁾ 木塚朝博²⁾

Differences in motion adaptation to visual limitation in softball players by ball-catching skill levels

Minori Ota¹⁾ and Tomohiro Kizuka²⁾

Abstract

The purpose of this study was to examine the effect of visual limitations on the motion involved in ball-catching tasks. Of the 19 female participants, 7 were intermediate-level softball players, while 12 were primary-level softball players. The 2 groups of players performed the ball-catching tasks under 3 different conditions. In the normal condition, no limitations were imposed on the participants. The visual limitation condition included limitations of about 20 degrees of down view, and the third condition included the limitation involved in the visual limitation condition and a fastball condition. The intermediate-level players adapted to their visual limitations by using a ball-catching position in which they moved forward by increasing the distance between their feet and hands, while primary-level players adapted by moving their head more downward. These differences in adaptation observed, show the differences between the 2 groups in relation to the motion involved in ball-catching tasks. However, these differences are difficult to explain in the context of basic motion. We therefore conclude that visual limitations can help intermediate-level players acquire the expert motion involved in ball-catching tasks.

Key words: ball-catching motion, ball-catching position, head angle, skill difference
捕球動作, 捕球位置, 頭部角度, 技能差

I. 緒 言

ソフトボールは、野球と同じくベースボール型に分類されるボールゲームである。しかし、ファストピッチのソフトボールでは、野球よりも点が入りにくい特性があり、その理由はボールが大きいこと、打球が飛びにくいこと、塁間18.29mとフィールドが小さいことや、投捕間が13.11m(女子)と近いにも関わらず100km/h以上の速球を投げる投手は珍しくないことなどにある。そのため、競技レベルの高い試合ではロースコアの試合展開となり、守備者の一つのミスが勝敗を左右することも多い。守備者には、投手が打ち取った打球を確実にアウトにする技能が求められる。投手が打ち取った打球がフライの場合には、ノーバウンドで捕球するのみでアウトにすることができるが、内野ゴロの

場合には、走者が塁に達するまでの時間的制約下で捕球と送球を行わなければならないため、ミスが起りやすい。したがって、特に内野ゴロで確実にアウトを取れるかどうか守備技能の差となるため、内野手にとって捕球から送球への一連の技能を向上させることは重要な課題である。

ゴロ捕球に関するソフトボールの指導書において、「両足とグラブで三角形を作りその頂点で捕球すること(ただし、各著者によって表現は若干異なる。池田, 2012a; 宇津木・三科, 2011; 利根川, 2008; 宇津木, 2006)」、「ボールを前で見、前で捕球する(丸山, 1998)」こと、「右足と左足の間で捕ってしまうと、頭が下がり、お尻が上がってしまう(磯野, 2012)」ために良くないことなどの捕球する位置についての記述がある。また、「ゴロのとりかたで一番大切な

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科
Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

2) 筑波大学体育系
Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

は、ボールから目を離さず(下奥, 1987)」にること、「ボールがグラブに入ってくるまで見る(丸山, 1998)」こと、「グラブに入る瞬間までボールを見る(吉村, 1988)」こと、「あごを引いて、捕球の瞬間までボールを見続けることが大切(吉村, 2003)」などのボールを見ることについての記述があり、指導現場においても同様の言葉がけが多く見受けられる。このようにゴロ捕球時には、ボールを前で捕球することと捕球するまでボールを見ることが重要であると指摘されているので、ゴロ捕球技能の差を見分けるポイントは、「ボールをどこで捕球しているか」や「どのようにボールを見て捕球しているか」にあると推測される。野球の指導書においても同様に、「ゴロは顔より前、両腕を自然に伸ばしたところで捕るのがベスト(池田, 2012b)」、「グラブは、両足つま先と正三角形の頂点を作るぐらいの位置が扱いやすく、良い(関口, 2012)」などの捕球する位置についての記述がある。また、「グラブに入るまで、しっかりボールを見続けること(久慈, 2010)」、「エラーの最も多い原因は、球から目をきること(鈴木, 2011)」、「動き出しから捕球まで、視線が一定である方がボールを見やすい(池田, 2012b)」などのボールを見ることについての記述もある。これらのことから、「ボールをどこで捕球しているか」や「どのようにボールを見て捕球しているか」はソフトボールと野球に共通したゴロ捕球技能のポイントであると考えられる。「ボールをどこで捕球しているか」に関連する先行研究として、野球選手のゴロ捕球動作を分析した長谷川ほか(2012)は、技能レベルが高い選手ほど身体から離れた前方位置でボールを捕球していることを報告している。

一方、「どのようにボールを見て捕球しているか」に関連する先行研究はほとんどない。捕球課題ではないが「どのようにボールを見ているか」に関連する先行研究を挙げると、野球選手の打撃時のボールへの視線を検討したBahill and LaRitz (1984)は、技能の高い打者は技能の低い打者よりもボールをより身体の近くまで長く追跡できると報告している。さらに、クリケット打者の打撃時における眼球運動を評価したMann et al. (2013)は、これまでボールが速すぎるために打つ瞬間にボールへ視線を向けることはできないと考えられてきたが、熟練打者は打つ瞬間のボールに視線を向けていたと報告している。しかし、フィールドでダイナミックな動作を行っている選手の視線を十分に評価することは、既存の眼球運動を測定する機器では難しい。

そこで、パフォーマンス中における選手の視線の向け方の違いを検討するより簡易的な方法として、周辺視野をマスキングするゴーグルやメガネ等を用いた視野制限法が行われている。内藤ほか(2007)は、視野制限の影響によるパフォーマンスの悪化は初心者よりも熟練者で大きい結果から、熟練者は中心視野からの視覚情報のみでなく、制限された周辺視野からの視覚情報をも利用していたと主張している。小郷ほか(1992)は、周辺視野を制限することによって、熟練者と初心者の反応時間の差が縮小したことを報告し、熟練者の反応の速さは、広い視野から情報を得ているためであると推察している。大田・木塚(2014)はソフトボール選手の状況判断時の頭部の動きは、視野制限によって熟練者でより大きくなったことから、熟練者の方がより周辺視野を用いて状況判断をしていたと示唆している。これらの先行研究から、視野制限による影響を評価することで、技能の異なる選手の視線の向け方の違いを検討できると考えられる。

以上のことから、ゴロ捕球技能の差を見分けるポイントと考えられる「ボールを捕球する位置(以下、捕球位置)」や「見方」の違いを明らかにするには、捕球動作を評価することと視野制限を用いることが有効であると推測される。捕球技能レベルによる捕球位置や見方の違いが明確になれば、指導現場に対して捕球技能の向上を促進する有益な情報を提供できると期待される。

そこで、本研究は視野制限を用いてソフトボールの捕球技能レベルによる捕球動作の違いを明らかにすることを目的とし、視野制限を加えた場合や、さらにボールの速度増大も加えた場合における捕球動作を、レギュラー選手レベルから控え選手レベルまでを対象として上下2群に分けて比較した。

Ⅱ. 方法

1. 被験者

被験者は、大学生および社会人の女子ソフトボール選手19名(身長 161.7 ± 4.3 cm, 体重 57.2 ± 4.0 kg, 年齢 22.0 ± 2.5 歳)とした。各被験者の捕球技能は、本研究の実験課題を無理なく行うことができるレベルではあったが、所属チームのレギュラー選手レベルから控え選手レベルまでの幅があった。被験者全員には、あらかじめ実験の内容および方法を十分に説明し、書面にて実験参加の同意を得た。実験課題の実施にあたっては、十分な準備運動を行い、安全面に配慮して

行った。なお、本研究は筑波大学体育系研究倫理委員会の承認（課題番号：第体23-2号）を得て行った。

2. 実験課題

実験課題は、ソフトボール競技で使用するフィールドで実施し、その内容は打球に見立てたピッチングマシンから放たれるボールを捕球し、集球ネットへ向かって送球する捕送球課題であった。図1に実験課題のセットアップを示した。ピッチングマシンを被験者の前方23m（本塁とショート定位置との距離に相当）に設置し、試技開始位置へ向かってボールが約40km/hおよび約70km/hで転がるように調整した。約40km/hとは、捕送球の技術練習のためにノックをする際の打球の速度を想定し、約70km/hとはピッチャーの投球を打ち返す際の打球の速度を想定した。ピッチングマシンのボール発射口にスイッチを取り付け、ボールが発射された瞬間に被験者後方に設置した白色LEDライト（マシン発射ライト）が点灯するように配線した。被験者のグラブのポケット（適切な捕

球位置）にもスイッチを取り付け、この捕球位置で捕球すると被験者後方に設置した黄色LEDライト（ポケットライト）が点灯するように配線した。送球時的にするために、ピッチングマシン側方に集球ネット（2.0m×2.0m）を設置した。

捕球動作を評価するため、被験者には縁を赤く塗った水泳帽を着用させ、グラブ装着側の手首と両足のつま先に赤色ビニールテープを貼付した。捕球動作および被験者後方の両LEDライトの点灯時を捉えるために、ピッチングマシン後方と試技開始位置側方にデジタルカメラ（EX-ZR200、カシオ社製）を2台設置し、ハイスピードモード（120 frames/秒）で撮影した。被験者には、試技開始位置で構え、一歩前へ出て捕球し、一連の流れで送球までを行うように指示をした。なお、イレギュラーバウンド（不規則なバウンドの変化）を避けるために、試技の合間にフィールドの整備を行ったが、それでもイレギュラーバウンドが起きた場合は、再試行とした。

実験課題は、被験者の基本的な捕球技能を見積もる

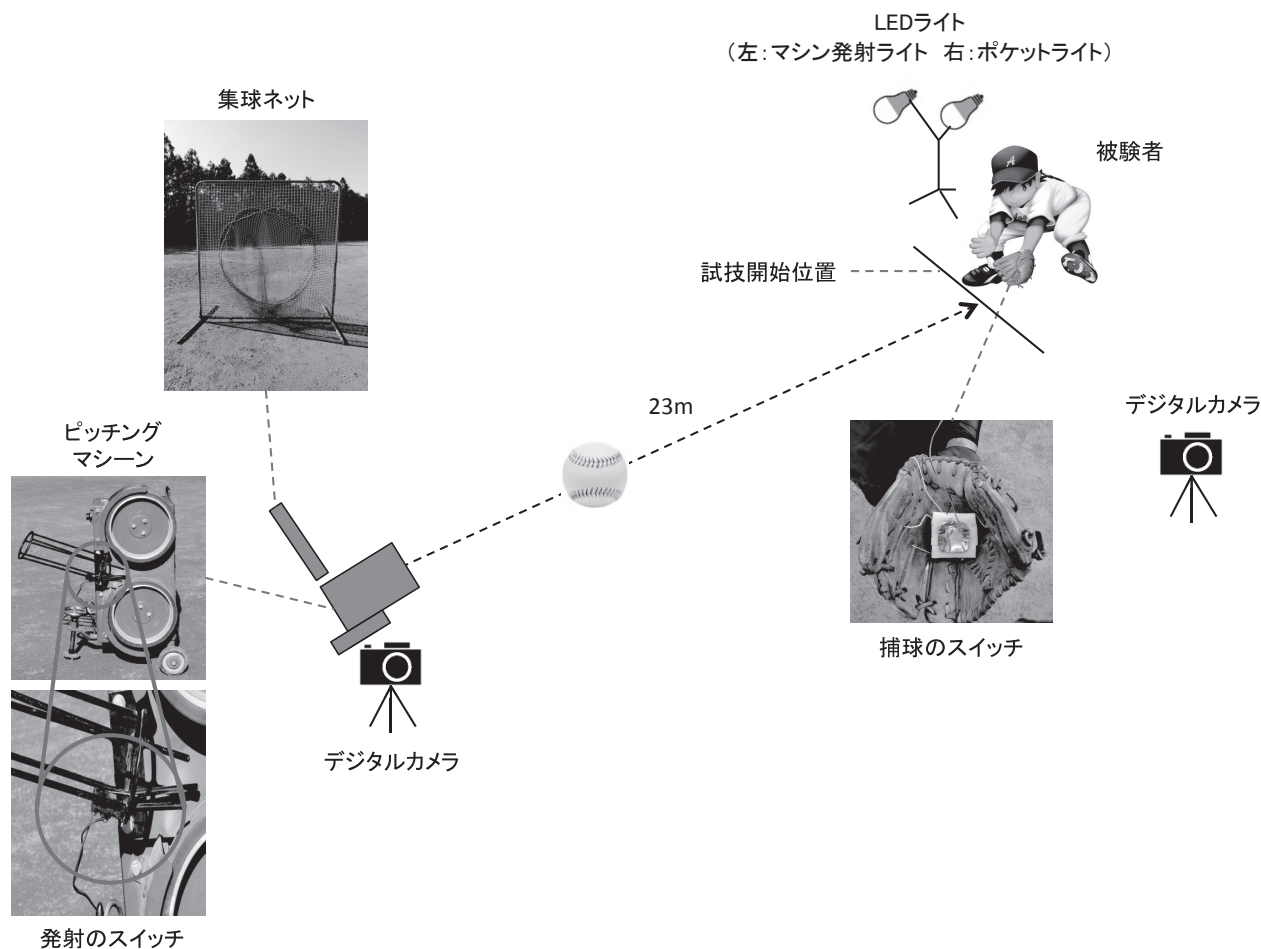


図1 実験課題のセットアップ



図2 視野制限ゴーグル

ための球速40km/hで行う条件(以下, 40無条件)と, 視野制限による捕球動作への影響を見積もるための球速40km/hで視野制限ゴーグル(図2)を着用して行う条件(以下, 40有条件), さらに視野制限かつ球速増大による捕球動作への影響を見積もるための球速70km/hで視野制限ゴーグルを着用して行う条件(以下, 70有条件)の全3条件で実施した。なお, 本研究で用いた視野制限ゴーグル(製品名: ドリブルマスター)は, 被験者の下方向視野を約20°を制限するものであった。

3. 評価項目

各条件において, 被験者がボールを捕球すること(ボールをグラブに入れること)ができた試技を捕球成功試技とした。さらに, 被験者がボールを捕球し, かつポケットライトが点灯した試技をポケット成功試技とした。捕球が成功した割合を表す「捕球率」は, 成功試技数を全試技数で除することによって求めた。グラブのポケットでの捕球が成功した割合を表す「ポケット率」は, ポケット成功試技数を全試技数で除することによって求めた。なお, 各条件は, ポケット成功試技が10試技に達するまで行った。

実験課題中の被験者を撮影した映像を用いて, ポケットライトが点灯した瞬間における「眼の高さ」およびグラブ装着側の手首と左右のつま先とのそれぞれの水平距離の平均を表す「捕球位置」, 同瞬間と直立姿勢でマシンのボール発射口を見ている試技開始時における水泳帽の縁の角度差から求めた頭部の下方向への傾きを表す「頭部角度」, マシン発射ライトが点灯した瞬間から捕球のために右足(左利きの場合は左足)が離地する瞬間までの時間を表す「動き出し時間」, 捕球のために左足(左利きの場合は右足)が接地

した瞬間からポケットライトが点灯した瞬間までの時間を表す「待ち時間」を評価した。これらの項目の評価は, 画像解析ソフト(Frame DIAS IV, DKH社製)を用いて, 各条件におけるポケット成功試技についてのみ行い, 平均値を算出した。

4. 視機能測定

静止視野計(竹井機器社製)を用いて, 通常時および視野制限ゴーグル着用時の下方向静止視野を片眼ずつ測定し, 平均値を求めた。さらに, 動体視力計(ニデック社製)の静止視力測定機能を用いて静止視力を測定した。

5. 「見る」に関する表現

本研究における「見る」に関する表現については, 視野範囲内に対象(ボール)を捉えていない状態を「全く見ていない」, 視野範囲内に対象を捉えてはいるが, その対象に視線を向けておらず主に周辺視野範囲で捉えているのみの状態を「視野に入っている」, 同じく周辺視野範囲で捉えている対象が何かわかっていく状態を「見ている」, 視野範囲内に対象を捉え, かつその対象に頭部や視線を向けて主に中心視で見ている状態を「視線を向けている」と表記している。また, 「見方」とは, 「捕球のために, 向かってくるボールを頭部や視線を動かして見る方法」とする。

6. 統計処理

分析を行うにあたり, 捕球技能レベルによる捕球動作への視野制限および速度増大の影響を検討するために, 被験者の群分けを行った。実験課題3条件をそれぞれ20試技未満で終了(前述のように各条件は最小10試技で終了)し, かつ内野手(投手を除く)としての競技年数が5年以上である7名を中技能群, それ以外の12名を低技能群として群分けした。なお, 本研究における群分けは, 実業団選手や大学一流選手のレベルを高技能群と設定した場合の基準に依るものである。

中技能群と低技能群の競技年数や身体特性, 基本的な視機能に違いがあるのかを検討するために, これらの項目についての対応のない t 検定を行った。また, 中技能群と低技能群の基本的な捕球技能に違いがあるのかを検討するために, 40無条件における各評価項目についての対応のない t 検定を行った。その後, 両群への視野制限の影響を検討するために, 各評価項目についての二元配置分散分析(群: 中技能群・低技能群

×条件：40無条件・40有条件)を行った。さらに、両群への速度増大かつ視野制限への影響を検討するために、各評価項目についての二元配置分散分析(群：中技能群・低技能群×条件：40無条件・70有条件)を行った。統計的有意水準は全て5%とした。

Ⅲ. 結果

1. 中技能群と低技能群の競技年数および基本的な身体特性

経験年数, 身長, 体重, 年齢, 通常時下方向視野, 制限時下方向視野, 静止視力についての対応のない *t* 検定の結果, 全ての項目で有意な群間差は認められなかった(経験年数: $t(17) = 1.775, n.s.$, 身長: $t(17) = 0.015, n.s.$, 体重: $t(17) = -1.365, n.s.$, 年齢: $t(17) = -0.182, n.s.$, 通常時下方向視野: $t(17) = 0.828, n.s.$, 制限時下方向視野: $t(17) = 0.496, n.s.$, 静止視力: $t(17) = -0.369, n.s.$, 表1)。

2. 中技能群と低技能群の基本的な捕球技能

40無条件における中技能群と低技能群の各評価項目についての対応のない *t* 検定の結果, 捕球率(中技能群 $95.8 \pm 5.7\%$, 低技能群 $90.0 \pm 9.0\%$, $t(17) = 1.526, n.s.$, 図3), 眼の高さ(中技能群 $76.8 \pm 8.2\text{ cm}$, 低技能群 $82.3 \pm 5.0\text{ cm}$, $t(17) = -1.490, n.s.$, 図3), 捕球位置(中技能群 $14.8 \pm 7.4\text{ cm}$, 低技能群 $12.9 \pm$

9.0 cm , $t(17) = 0.486, n.s.$, 図3), 頭部角度(中技能群 38.1 ± 16.3 度, 低技能群 28.1 ± 11.1 度, $t(17) = 1.601, n.s.$, 図3), 動き出し時間(中技能群 $257.2 \pm 69.8\text{ frames}$, 低技能群 $243.9 \pm 33.7\text{ frames}$, $t(17) = 0.566, n.s.$, 図3), 待ち時間(中技能群 $43.2 \pm 34.6\text{ frames}$, 低技能群 $31.1 \pm 43.0\text{ frames}$, $t(17) = 0.630, n.s.$, 図3)に, 有意な群間差は認められなかった。ポケット率は中技能群 $76.8 \pm 8.2\%$, 低技能群 $55.5 \pm 9.9\%$ であり, 中技能群が低技能群よりも有意に高かった($t(17) = 4.803, p < 0.05$, 図3)。

3. 視野制限を加えた場合の中技能群と低技能群の捕球動作

40無条件と40有条件における両群の各評価項目についての二元配置分散分析の結果を表2に示した。捕球率に有意な主効果および交互作用は認められなかった。ポケット率には, 有意な群の主効果が認められた。眼の高さには, 有意な条件の主効果が認められた。捕球位置には, 有意な群×条件の交互作用が認められた。単純主効果検定の結果, 中技能群は40無条件よりも40有条件で有意に捕球位置が長い(図4), つまり捕球位置がより前方であることが示された。頭部角度には, 有意な条件の主効果と群×課題の有意な交互作用が認められた。単純主効果検定の結果, 低技能群は40無条件よりも40有条件で有意に頭部角度が大きい(図5), つまりより手元に顔を向けることが示

表1 両群の基本的な身体特性

群	経験年数(年)	身長(cm)	体重(kg)	年齢(歳)	通常時下方向視野(度)	制限時下方向視野(度)	静止視力
中技能群	10.6±2.9	161.8±4.3	55.6±3.5	21.9±3.0	68.9±4.7	50.9±6.3	1.1±0.4
低技能群	7.4±4.9	161.7±4.5	58.1±4.1	22.1±2.4	65.5±9.9	49.6±4.5	1.2±0.3

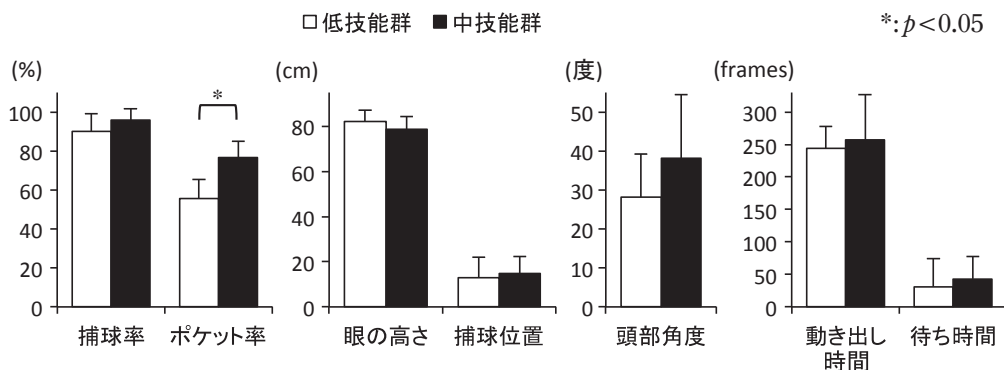


図3 40無条件の各評価項目における両群比較

表2 40無条件と40有条件における分散分析の結果

* : $p < 0.05$

	低技能群	中技能群	$F(1,17) =$	p 値
捕球率(%)			群の主効果 3.409	$p = 0.082$
40無条件	90.0 ± 9.0	95.8 ± 5.7	条件の主効果 2.044	$p = 0.171$
40有条件	85.6 ± 10.8	92.4 ± 9.2	交互作用 0.032	$p = 0.859$
ポケット率(%)			群の主効果 13.066	$p = 0.002^*$
40無条件	55.5 ± 9.9	76.8 ± 8.2	条件の主効果 0.197	$p = 0.663$
40有条件	60.3 ± 18.4	75.6 ± 13.1	交互作用 0.558	$p = 0.465$
眼の高さ(cm)			群の主効果 1.624	$p = 0.220$
40無条件	82.3 ± 5.0	78.6 ± 5.6	条件の主効果 10.154	$p = 0.005^*$
40有条件	79.7 ± 7.0	76.5 ± 5.8	交互作用 0.074	$p = 0.789$
捕球位置(cm)			群の主効果 0.971	$p = 0.338$
40無条件	12.9 ± 9.0	14.8 ± 7.4	条件の主効果 4.265	$p = 0.055$
40有条件	12.4 ± 9.4	18.2 ± 6.5	交互作用 7.882	$p = 0.012^*$
頭部角度(度)			群の主効果 0.716	$p = 0.409$
40無条件	28.1 ± 11.1	38.1 ± 16.3	条件の主効果 18.122	$p = 0.001^*$
40有条件	39.6 ± 11.9	39.6 ± 13.2	交互作用 10.972	$p = 0.004^*$
動き出し時間(frames)			群の主効果 0.247	$p = 0.626$
40無条件	243.9 ± 33.7	257.2 ± 69.8	条件の主効果 10.536	$p = 0.005^*$
40有条件	262.3 ± 36.0	271.4 ± 64.0	交互作用 0.179	$p = 0.677$
待ち時間 (frames)			群の主効果 0.805	$p = 0.382$
40無条件	31.1 ± 43.0	43.2 ± 34.6	条件の主効果 1.271	$p = 0.275$
40有条件	27.5 ± 51.8	52.5 ± 37.0	交互作用 6.520	$p = 0.021^*$

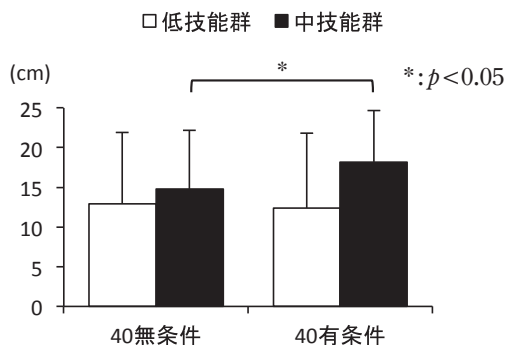


図4 40無条件および40有条件における両群の捕球位置

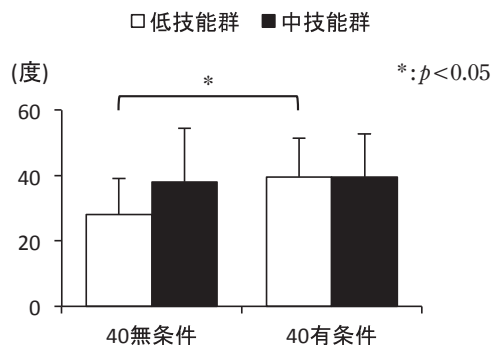


図5 40無条件および40有条件における両群の頭部角度

された。動き出し時間には、有意な条件の主効果が認められた。待ち時間には、有意な群×条件の交互作用が認められた。単純主効果検定の結果、中技能群は40無条件よりも40有条件で有意に長い(図6)、つまり捕球準備をより早く行うことが示された。

4. 視野制限と速度増大を加えた場合の中技能群と低技能群の捕球動作

40無条件と70有条件における両群の各評価項目についての二元配置分散分析の結果を表3に示した。捕

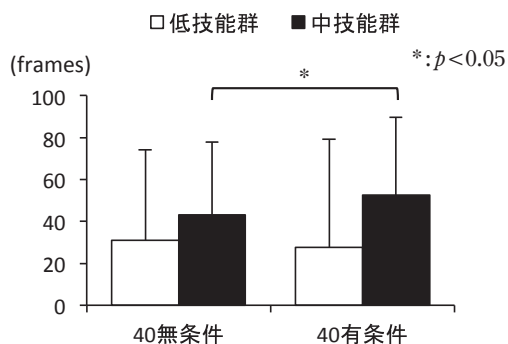


図6 40無条件および40有条件における両群の待ち時間

表3 40無条件と70有条件における分散分析の結果

* : $p < 0.05$

	低技能群	中技能群	$F(1,17) =$	p 値
捕球率(%)			群の主効果	5.123 $p = 0.037^*$
40無条件	90.0 ± 9.0	95.8 ± 5.7	条件の主効果	9.520 $p = 0.007^*$
70有条件	76.4 ± 13.4	90.3 ± 14.4	交互作用	1.706 $p = 0.209$
ポケット率(%)			群の主効果	45.666 $p = 0.000^*$
40無条件	55.5 ± 9.9	76.8 ± 8.2	条件の主効果	4.852 $p = 0.042^*$
70有条件	48.9 ± 9.8	68.7 ± 9.3	交互作用	0.047 $p = 0.830$
眼の高さ(cm)			群の主効果	2.160 $p = 0.160$
40無条件	82.3 ± 5.0	78.6 ± 5.6	条件の主効果	0.773 $p = 0.392$
70有条件	83.3 ± 6.3	79.2 ± 7.0	交互作用	0.061 $p = 0.808$
捕球位置(cm)			群の主効果	1.548 $p = 0.230$
40無条件	12.9 ± 9.0	14.8 ± 7.4	条件の主効果	0.251 $p = 0.623$
70有条件	11.2 ± 7.1	17.8 ± 6.3	交互作用	3.036 $p = 0.100$
頭部角度(度)			群の主効果	2.580 $p = 0.127$
40無条件	28.1 ± 11.1	38.1 ± 16.3	条件の主効果	0.064 $p = 0.803$
70有条件	30.4 ± 8.4	36.7 ± 10.0	交互作用	1.143 $p = 0.300$
動き出し時間(frames)			群の主効果	0.123 $p = 0.730$
40無条件	243.9 ± 33.7	257.2 ± 69.8	条件の主効果	21.632 $p = 0.000^*$
70有条件	220.5 ± 35.4	221.8 ± 51.6	交互作用	0.908 $p = 0.354$
待ち時間 (frames)			群の主効果	0.788 $p = 0.387$
40無条件	31.1 ± 43.0	43.2 ± 34.6	条件の主効果	0.706 $p = 0.413$
70有条件	22.9 ± 43.6	44.9 ± 38.5	交互作用	1.632 $p = 0.219$

球率には有意な群と条件の主効果が認められた。ポケット率には、有意な群と条件の主効果が認められた。眼の高さに、有意な主効果および交互作用は認められなかった。捕球位置に、有意な主効果および交互作用は認められなかった。頭部角度に、有意な主効果および交互作用は認められなかった。動き出し時間には、有意な条件の主効果が認められた。待ち時間には、有意な主効果および交互作用は認められなかった。

IV. 考 察

1. 中技能群と低技能群の基本的な捕球技能

身体特性や基本的な視機能において、中技能群と低技能群の間に有意な差は認められなかった結果(表1)から、両群の捕球動作に体格の影響はなく、また、両群の見方に視機能の影響はなかったと考えられる。

40無条件における捕球率、眼の高さ、捕球位置、頭部角度、動き出し時間、待ち時間に有意な群間の差が認められなかった結果(図3)より、捕球(ボールをグラブに入れること)ができるかには両群の差がなく、本研究における評価項目から捉えることができる捕球動作も両群で類似していることが示された。つま

り、両群ともにボールをグラブに入れるだけであれば捕球動作は習得できていたと考えられる。しかし、ポケット率については、中技能群が低技能群よりも有意に高い結果となった(図3)。ポケット率はグラブの適切な捕球位置であるポケットで捕球ができた割合を表しており、この差は専門的な観察眼がなければ見分けることが難しい両群の捕球技能の差を表していると考えられる。ボールをグラブに入れてもポケットでの捕球ができなければ、一度捕球したボールが手につかず捕り損ねて落球(ファンブル)してしまう可能性や、グラブから送球手へのボールの持ち替えを失敗する可能性が高くなるため、捕球から送球までの一連の動作を素早く行うことが難しくなる。松永(1979)は、野球内野手が打者の打ったボールを捕球してから一塁でアウトを取るまでの時間を「a. 打者がボールを打ってから野手にボールが達するまでの時間」、「b. 野手が打球を捕球してから投球するまでの時間」、「c. 野手の手を離れたボールが一塁手に達するまでの時間」に3区分し、それぞれの時間が全体の時間に与える影響を検討した。その結果、全体の時間に最も影響を与えた時間は、「b.」の内野手自身がボールを扱う時間であったと述べており、アウトを取るまでの時間を短く

するためには、捕球してから送球するまでを素早く行う必要があると示唆している。野球の約3分の2の大きさのフィールドで行われるソフトボールは、塁間も18.29mと短く、野球以上に各プレイに費やすことができる時間も短いため、より捕送球動作の素早さが要求される。これらのことを踏まえると、ポケット率の群間差があることで、本研究の中技能群と低技能群にはゲーム中にアウトを取れるかどうかを左右するような捕球技能の差があると推察される。

2. 視野制限による捕球動作への影響

視野制限を加えた40有条件では、被験者は下方向視野を約20度制限され、手元が見えづらい状態をつくることができる。そこで、40有条件と40無条件を比較し、両群の捕球動作に視野制限が与える影響を検討した。

捕球率とポケット率について有意な条件の主効果や交互作用が認められなかった結果から(表2)、両群の捕球率とポケット率には条件の影響がなく、40有条件で視野制限状態にあったにもかかわらず、40無条件と比べても低下しなかった。しかし、捕球位置(図4)と頭部角度(図5)、待ち時間(図6)には有意な交互作用が認められた結果から、これらの評価項目において視野制限による影響が両群で異なっていたと考えられる。その後、有意な交互作用が認められた項目において単純主効果検定を行った結果、中技能群の捕球位置は40無条件よりも40有条件で有意に長く、前方で捕球していたが、低技能群の捕球位置に条件による違いはなかった(図4)。一方、低技能群の頭部角度は40無条件よりも40有条件で有意に大きく、顔を手元に向けていたが、中技能群の頭部角度には条件による違いはなかった(図5)。したがって、手元の視野が制限されると、中技能群は捕球位置をより前方に、低技能群は顔をより手元へ向けることによってそれぞれ適応し、視野制限のない状態と同水準の捕球率とポケット率を維持したと考えられる。

Bongers and Michaels (2008) は、フライボールの落下位置を判断する際に視野を制限すると、熟練野球選手であっても大きく頭部を動かしたと報告しているが、頭部は眼球よりも慣性が高いため素早い反応が必要な場合には、頭部の動きに頼って視覚情報を得るべきではないと主張している。Dunham (1997) は、ディスプレイ上のさまざまな位置に提示される数字への反応や、それらの計算が要求される課題において、頭部が大きく動く被験者はあまり動かない被験者より

も反応時間が長いことを報告している。これらの報告から、ボールを見る際に頭部は完全に止まっているのではないが、頭部の動きに頼りすぎることは、パフォーマンスに負の影響を与え得ると考えられる。ゴロ捕球に関するソフトボールの指導書においても、「ボールを前で捕球すること(ただし、各著者によって表現は若干異なる。池田, 2012a; 磯野, 2012; 宇津木・三科, 2011; 利根川, 2008; 宇津木, 2006; 丸山, 1998)」と「捕球するまでボールを見ること(ただし、各著者によって表現は若干異なる。吉村, 2003; 丸山, 1998; 吉村, 1998; 下奥, 1987)」が重要であると述べられている。つまり、捕球する位置まで向かってくるボールを見続けるためには、頭部や視線をある程度動かしてボールを追跡するような見方が必要となると考えられる。頭部角度はこの見方を表す指標の一つとして捉えることができ、低技能群は視野制限のある40有条件において、40無条件よりも有意に頭部角度を大きくした(図5)。しかし、40有条件における両群の頭部角度は同じ値(表2)であり、捕球位置は中技能群が有意に前方であった(図4)。これらのことから、両群は40有条件における捕球率とポケット率を視野制限のない40無条件と同等に維持したが、低技能群の頭部をより大きく動かすのみの適応よりも、中技能群の捕球位置をより前方にすることによっての適応の方が、捕球動作としてはより相応しい動作に近づいたと捉えられる。

また、中技能群では待ち時間にも視野制限による影響が認められた。中技能群のみが、40無条件よりも40有条件で待ち時間が有意に長くなった結果(図6)から、中技能群は視野制限によって手元が見えづらくなったため、捕球のための準備を早く行ってボールを待ち、捕球位置を前方にして、手元での打球の変化にも対応できるような捕球動作の適応を行ったと考えられる。

中技能群と低技能群にこのような適応の違いが見られた要因として、以下の2つの可能性が挙げられる。1つめは、低技能群は捕球位置を変化させることが難しかった可能性が考えられる。関口(2012)は指導書のなかで、「バウンドが合わない時は捕り幅を使う」と述べており、野球のゴロ捕球の際に「捕り幅」を使ってバウンドに対応することが望ましいと指摘している。この「捕り幅」とは、ボールの捕球位置の前後幅を指している。本研究の実験では、ピッチングマシーンを用いてゴロのバウンドをある程度統制したが、試合中のゴロ打球は、投手の投球の種類や打者の打ち方、グラウンド状況などの影響を受けるため、さ

さまざまなバウンドで転がる。したがって、試合中のゴロ打球を捕球するためには、さまざまなバウンドの打球に合った捕球位置で捕球をしなければならないため、前方で捕球することが基本ではあるが、この「捕り幅」を使って捕球位置を調整することも重要な技能となる。本研究では、捕球姿勢についての詳細な検討ができていないため、どのような要因によって「捕り幅」が使えるのかは明らかにできないが、中技能群は「捕り幅」を使えたために、視野制限に対して捕球位置をより前方にすることができたが、低技能群は「捕り幅」を使えなかったために、捕球位置を変化させることが難しかったのかもしれない。2つめは、中技能群は捕球から送球までの一連の流れを考慮した戦略をとったのに対し、低技能群は捕球を重視した戦略をとった可能性である。遊撃手について解説されている指導書(矢崎, 2010)において、ソフトボール日本代表であった内野手が「捕る動きの中に、スローイングの最初の部分が入っている」と述べている。また、他の指導書においても、「グラブにボールが入ったと同時に、足(体)をそこに持って行くようにすると、低

い姿勢のまま移行でき最短で投げられ(宇津木・三科, 2011)」ること、「捕球と同時に右足のかかとが上がり、体重移動が行われる(利根川, 2008)」こと、「捕球から送球動作への体の自然な動きを覚え(利根川, 2008)」ることと述べられており、捕球と送球は切り離されたものではないことがわかる。これらの指摘を踏まえると、中技能群のように捕球位置が前方である方が、捕球後に足を前方に運ぶことができるため体重移動をスムーズに行うことができ、捕球から送球を一連の流れで行いやすいと考えられる。一方、低技能群のような身体に近い捕球位置では、足の運びも近くなり体重移動を行いにくく、捕球と送球が一連の流れで行っていない動作になってしまっていたと考えられる。これは、低技能群がボールを「捕る」よりも「止める」ことを重視した結果かもしれない。しかし、これらはあくまで可能性であり、今後詳細な検討が必要である。

さらに、両群の捕球位置と見方について検討するために、各条件における頭部角度、下方向視野および眼の高さから、理論上の視野範囲モデルを図7のように

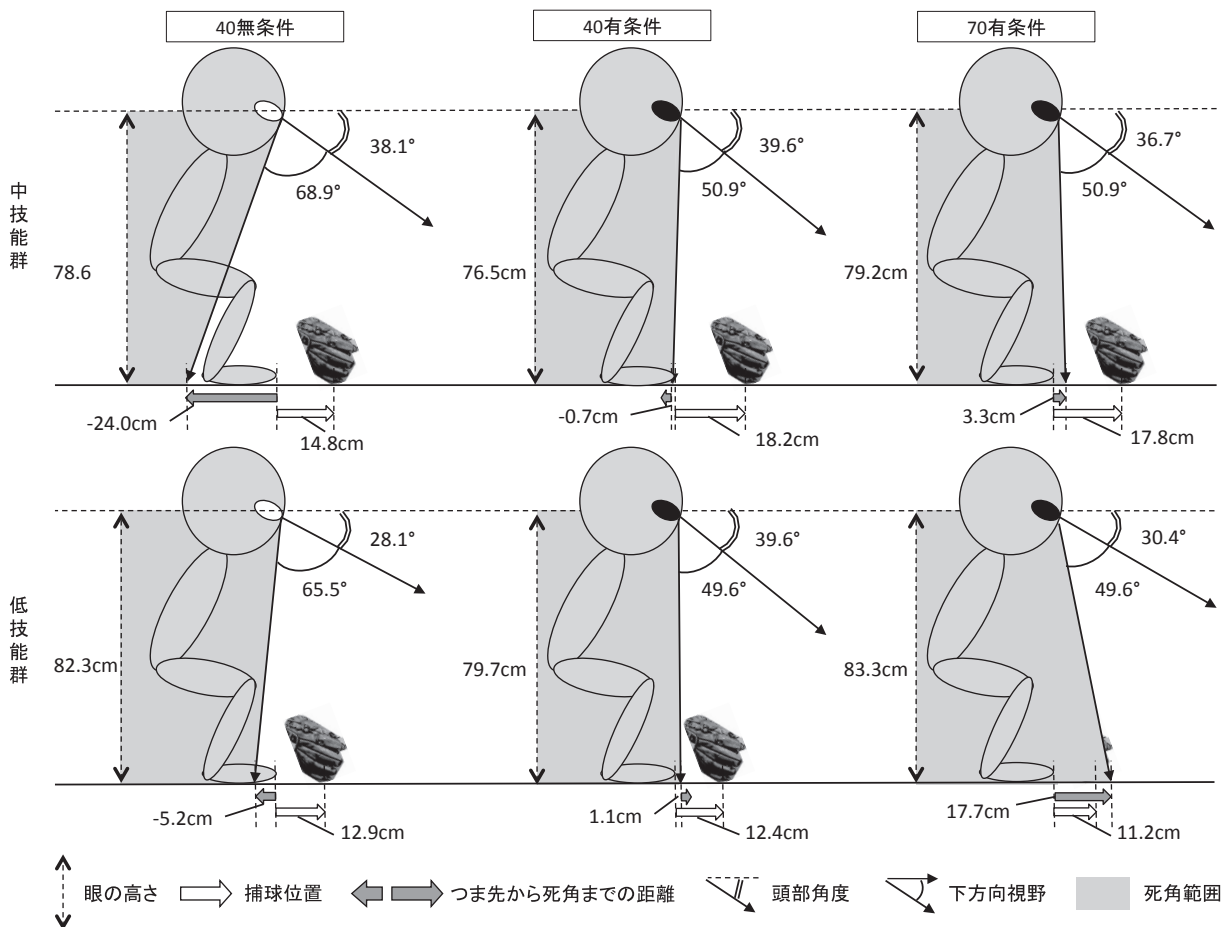


図7 両群の視野範囲と捕球位置のモデル

作成した。40無条件における中技能群の頭部角度は38.1度(表2)、通常時下方向視野は68.9度(表1)であり合計107.0度となる(図7左上)。また、中技能群の眼の高さが78.6cm(表2)であった結果から、これらの値に三角関数を利用すると、捕球時における理論上の視野範囲および死角範囲が推定できる。同様にして、低技能群は頭部角度28.1度(表2)、下方向視野65.5度(表1)で合計93.6度となり、眼の高さは82.3cm(表2)であった(図7左下)。40有条件においては、中技能群の頭部角度39.6度(表2)、制限時下方向視野50.9度(表1)から合計90.5度(図7中上)、眼の高さが76.5cm(表2)、低技能群の頭部角度39.6度(表2)と制限時下方向視野49.6度(表1)から合計89.2度、眼の高さが79.7cm(表2)であった(図7中下)。これらのことを勘案すると、40無条件と40有条件の両条件において、両群の捕球位置(表2)は推定される視野範囲内にあった。しかし、視野範囲と捕球位置の関係から両群の見方には違いがあったと考えられる。中技能群は40無条件において、頭部や視線を動かして捕球時にボールに視線を向ける見方をしており、40有条件においても、頭部や視線を動かして捕球時にボールに視線を向ける見方をして、さらに捕球位置をより前方にすることで視野制限に適応していたと考えられる。一方、低技能群は40無条件で頭部角度が小さかったことから、捕球時のボールを周辺視野範囲で見える見方をしており、40有条件では頭部角度を中技能群と同程度まで大きくすることで視野制限に適応したが、捕球位置は変化させることができず、やはり周辺視野範囲で捕球時のボールを見る見方であったと推察される。図7の40無条件と40有条件のモデルにおいても、中技能群よりも低技能群の捕球位置の方が、視野範囲のより周辺視野部分に相当していることが伺える。Mann et al. (2013) は、世界トップレベルのクリケット打者は打つ瞬間にボールに視線を向けることができたと報告しており、本研究においても中技能群の方が捕球時にボールに視線を向けていたが、低技能群は視野制限のない状態でも捕球時のボールは周辺視野で見えているのみであり、両群の見方に違いがあったと推察される。この見方の違いが、40無条件および40有条件における両群のポケット率の差(表2)に影響を与えていた可能性がある。ただし、前述のように、本研究では被験者の眼球運動を測定していないため、この考察をより確かなものにするためには、捕球時における素早い眼球運動を測定できる機器を用いたさらなる研究が必要である。

3. 視野制限と速度増大による捕球動作への影響

視野制限と速度増大を加えた70有条件では、被験者は手元が見えづらい状態で、内野手の正面でなければ外野へ抜けるような速い打球を処理しなければならなかった。そこで、70有条件と40無条件を比較することで、両群の捕球動作に視野制限かつ速度増大が与える影響を検討した。

捕球率およびポケット率に有意な条件の主効果が認められた結果(表3)から、両群の捕球率およびポケット率は40無条件よりも70有条件で低下したことが示された。また、動き出し時間にも有意な条件の主効果が認められた結果(表3)から、両群ともに40無条件よりも70有条件で短くなり、ボールの速度増大に対して早く動き出すことによって適応しようとしたと考えられる。しかし、眼の高さ、捕球位置、頭部角度および待ち時間においては、有意な主効果や相互作用が認められなかった(表3)。このように、捕球率やポケット率が低下したのは、40有条件で両群がそれぞれ行った捕球位置や頭部角度の適応を70有条件で行うことができなかつたためと考えられる。

70有条件においても頭部角度、視野制限時の下方向視野および眼の高さから推定した視野範囲のモデルを図7右側のように作成した。中技能群の70有条件における頭部角度は36.7度(表3)、制限時下方向視野は50.9度(表1)で合計87.6度となり、眼の高さが79.2cm(表3)であることから(図7右上)、捕球時につま先から3.3cmが死角であったと推定される。同様に、低技能群の頭部角度は30.4度(表3)、制限時下方向視野は49.6度(表1)で合計80.0度、眼の高さが83.3cm(表3)であり(図7右下)、つま先から14.7cmが死角であったと推定される。70有条件における捕球位置は中技能群17.8cm、低技能群11.2cmであった結果(表3)から、中技能群の捕球位置は視野に入っていたが低技能群の捕球位置は死角範囲内にあったと考えられる。つまり、低技能群は70有条件では捕球時にボールを全く見ていなかったと推察される。すなわち、40無条件および40有条件の場合と同様に、この見方の違いが、70有条件における両群のポケット率の差(表3)に影響を与えている可能性がある。

Mazyn et al. (2006) は、片手での捕球課題において、ボール速度が上がるほど手とボールの接触位置は後退すると報告していることから、ボール速度が増大した70有条件で、捕球位置をより前方にすることは難しいと考えられる。それにもかからわず、統計的に有意な差ではないものの、中技能群は40無条件で

は14.8cmであった捕球位置を70有条件では17.8cmへと前方で捕球する傾向を示した(表3)。また、サッカー熟練選手は未熟練選手よりも課題の時間的制限に応じて視覚探索戦略を適応させ、正確な意思決定を行うこと(Vaeyens et al., 2007)、ボール速度が上がると準熟練者は一定した視線の向け方をするが、熟練者は視線の向け方を変え、より柔軟に視覚情報を獲得できること(Amazeen et al., 2001)が報告されており、熟練者は課題によって視線の向け方をより適応させることができると考えられる。以上のことから、本研究の中技能群も、70有条件の視野制限と速度増大に適応した見方をしようとすることができ、ボールを視野範囲内で捉えて捕球していたと推察される。

しかし、両群ともに視野制限状態での速度増大に対して十分な適応ができず、捕球率もポケット率も低下した結果から、この条件は両群にとって難易度が高すぎた可能性がある。

4. 視野制限を用いた練習法の可能性

本研究の結果、視野制限状態にある40有条件において、中技能群は捕球位置をより前方にして捕球準備をより早く行って適応し、低技能群は頭部角度をより大きくして適応した。この適応の違いから、両群の捕球技能の差が明らかとなり、視野制限のない状態でも低技能群は捕球時にボールに視線を向ける見方ができていない可能性が示された。また、考察「2.」に記したように、中技能群の適応はより熟練者の捕球動作に近づいたと考えられる。さらに、視野制限状態で速度が増大した70有条件において、中技能群は捕球位置を前方にする傾向を示したものの、両群ともに有意な捕球動作の適応は認められなかった。その結果、両群の捕球率やポケット率が40無条件よりも低下したと考えられる。

これらの結果を踏まえると、本研究の中技能群のような一定水準以上の捕球技能を有する選手は、速すぎない40km/h程度の打球で視野制限を用いて捕球練習をすることで、より前方で捕球する動作を習得できる可能性がある。熟練者の捕球動作の特徴とされている前方で捕球位置すること(長谷川, 2012)により、その後の送球も一連の流れでスムーズに行うことができ、手元での打球の変化(イレギュラーなど)に備えることができる。Bennett et al. (2004)は、片手捕球を練習する際に、視覚を遮断した状態で練習した方がより捕球パフォーマンスが向上したと報告しており、視覚を制限することによる捕球への効果を示唆している。

一方、低技能群のような通常のコロ捕球において約50%の割合でしかグラブのポケットで捕球できない選手は、捕球時にボールに視線を向けることができていない可能性があるため、視野制限よりもしっかりと視線を向けボールを見ることを優先して練習するべきではないか。いずれにしろ、本研究によって明らかとなった捕球動作の違いを踏まえ、各技能レベルの課題に応じた練習内容を選択することで、より練習の効果が期待できる可能性がある。

V. 要約

本研究は、視野制限を用いてソフトボールの捕球技能レベルによる捕球動作の違いを検討するために、視野制限を加えた場合やボールの速度増大も加えた場合における捕球動作を異なるレベルで比較した。

中技能群7名、低技能群12名の女子ソフトボール選手を対象とし、ゴロ捕球を行う実験課題を実施した。実験課題は、球速40km/hで視野制限のない40無条件、球速40km/hで視野制限のある40有条件、球速70km/hで視野制限のある70有条件の全3条件であった。40無条件における捕球(ボールをグラブに入れること)ができるかどうかや捕球動作についての評価項目には有意な群間の差が認められなかった結果から、本研究の評価項目から捉えることができる両群の捕球動作には違いがないことが示された。しかし、グラブのポケットで捕球できるかどうかの評価は、中技能群が低技能群よりも有意に高かった結果から、両群の捕球技能には差があることが確認された。40有条件において視野制限状態でゴロ捕球を行うと、中技能群はより前方で捕球し、かつ捕球準備を早く行って適応した一方、低技能群は頭部をより大きく動かして適応した。以上のことから、中技能群の捕球動作はより前方で捕球する適応によって熟練者の捕球動作に近づいた。視野制限状態でより打球速度の速い70有条件では、40無条件と比べて両群の捕球動作に有意な違いは認められず、捕球の失敗が増加した。つまり、両群ともに視野制限状態での打球速度の増大には適応できなかった。

本研究における捕球技能レベルによって視野制限の影響が異なった結果から、専門的な観察眼がなければ見分けることが難しい捕球技能の差を明らかにすることができた。そして、中技能群のような一定水準以上の捕球技能を有する選手は、視野制限状態でゴロ捕球練習をすることで、より前方で捕球する熟練者に近い

捕球動作を習得できることが示唆された。

謝辞

本研究の推進にあたり、多大なご協力を頂きました芦崎彩加氏（現黒部市公務員）に感謝を申し上げます。

文 献

- Amazeen, E. L., Amazeen, P. G., and Beek, P. J. (2001) Eye movements and the selection of optical information for catching. *Ecological Psychology*, 13(2): 71-85.
- Bahill, A. T. and LaRitz, T. (1984) Why can't batters keep their eyes on the ball? *American Scientist*, 72: 249-253.
- Bennett, S., Ashford, D., Rioja, N., and Elliott, D. (2004) Intermittent vision and one-handed catching: The effect of general and specific task experience. *Journal of Motor Behavior*, 36: 442-449.
- Bongers, R. M. and Michaels, C. F. (2008) The role of eye and head movements in detecting information about fly balls. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34: 1515-1523.
- Dunham, D. N. (1997) Cognitive difficulty of a peripherally presented visual task affects head movements during gaze displacement. *International Journal of Psychophysiology*, 27: 171-182.
- 長谷川弘実・和田一宏・谷川哲朗・来田宣幸・野村照夫 (2012) 野球のゴロ捕球におけるフットワークの基礎的研究 —着地および捕球位置に着目して—. *京都滋賀体育学研究*, 28: 11-25.
- 池田哲雄編 (2012a) 中学ソフトボール. ベースボール・マガジン社: 東京, pp. 87.
- 池田哲雄編 (2012b) 野球力アップ!! プロが教える「守備の極意」. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.46, 53.
- 磯野稔監 (2012) 分かりやすいソフトボール守備の基本～内野手・外野手～. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.24.
- 久慈照嘉 (2010) ぐんぐんうまくなる野球守備. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.36.
- Mann, D. L., Spratford, W., and Abernethy, B. (2013) The head tracks and gaze predicts: How the world's best batters hit a ball. *PLoS ONE*, 8(3): 1-11.
- 丸山克俊 (1998) コーチング for ジュニア ソフトボール. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.86, 87.
- 松永尚久 (1979) 野球内野手の守備. *体育の科学*, 29(8): 546-549.
- Mazyn, L. I. N., Montagne, G., Savelsbergh, G. J. P., and Lenoir, M. (2006) Reorganization of catching coordination under varying temporal constraints. *Motor Control*, 10: 143-159.
- 内藤 潔・加藤貴昭・福田忠彦 (2007) パッチングにおける視野制限の影響. *体育測定評価研究*, 7: 9-18.
- 小郷克敏・斉藤達也・錦井利臣・小澤雄二 (1992) スポーツにおける視野の広さと運動動作時間の関係 —サッカーのトラップ・アンド・パス時間と視野の関係—. *熊本大学教育学部紀要*, 41: 93-101.
- 大田 穂・木塚朝博 (2014) 頭部回転に着目した状況判断を伴う捕送球技能の判別. *バイオメカニズム*, 22: 177-187.
- 関口勝己 (2012) 守備編 I 内野手. ベースボール・マガジン社: 東京, pp. 36, 38.
- 下奥信也 (1987) ソフトボール ドゥスポーツシリーズ. 日本文芸社: 東京, pp. 92.
- 鈴木康夫 (2011) 野球心得書. 日刊スポーツ出版社: 東京, pp. 29.
- 利根川勇 (2008) ぐんぐんうまくなるソフトボール. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.118, 123,127.
- 宇津木妙子 (2006) いちばんわかりやすいソフトボール入門. 大泉書店: 東京, pp. 82.
- 宇津木妙子・三科真澄 (2011) ソフトボール練習メニュー 200. 池田書店: 東京, pp. 49, 52.
- Vaeyens R., Lenoir M., Williams A. M., Mazyn L. and Philippaert R. M. (2007) The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29: 147-169.
- 矢崎良一 (2010) 遊撃手論. PHP研究所: 東京, pp.188.
- 吉村 正 (2003) うまくなるソフトボール 守備編. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.46.
- 吉村 正 (1988) ソフトボール ジュニア入門シリーズ4. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.84.

平成26年3月14日受付
平成26年11月27日受理