

原著

野球における外野手のフライ捕球に関わる 視聴覚情報処理の検討

仲里 清*, 小野 高志**, 今村 律子***, 兄井 彰****,
伊藤 友記*, 下園 博信*, 高西 敏正*****, 磯貝 浩久***

Audiovisual information processing strategy of outfielders concerning fly catching in baseball

Kiyoshi Nakazato*, Takashi Ono**, Ritsuko Imamura***,
Akira Anii****, Tomoki Ito*, Hironobu Shimozono*,
Toshimasa Takanishi*****, Hirohisa Isogai***

要 約

本研究では、野球外野手のフライ捕球動作において、打者に関する視覚及び聴覚情報に制限を加えた場合、熟練者と未熟練者のパフォーマンスにどのような違いが生じるのかを検討することにより、外野手のフライ捕球動作における知覚情報処理の方略について明らかにすることを目的とした。参加者は、熟練者として大学硬式野球部所属の外野手10名、未熟練者としてかつて野球部に所属したことの無い硬式野球非経験者8名であった。実験課題は打者から約80m離れた外野でのフライ捕球とし、①視覚制限なし・聴覚制限なし、②視覚制限あり・聴覚制限なし、③視覚制限なし・聴覚制限あり、④視覚制限あり・聴覚制限ありの4条件で、各条件10球の捕球を行った。実験の結果、野球のフライ捕球においては打者からの視覚的な情報に加えて打球音からの聴覚的情報にも基づいてボール落下地点をあら

* 九州共立大学スポーツ学部
Faculty of Sport, Kyushu Kyoritsu University
〒807-8585 福岡県北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8
1-8, Jiyugaoka, Yahatanishi-ku, Kitakyushu-shi, Fukuoka,
807-8585, Japan

** 早稲田大学スポーツ科学学術院
Faculty of Sport Sciences, Waseda University
〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島2-579-15
2-579-15, Mikajima, Tokorozawa, Saitama, 359-1192, Japan

*** 九州工業大学大学院生命体工学研究科
Kyushu Institute of Technology Graduate School of Life
Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of
Technology
〒808-0196 北九州市若松区ひびきの2番4号
2-4 Hibikino, Wakamatsu-ku, Kitakyushu 808-0196, Japan

**** 福岡教育大学
Fukuoka University of Education
〒811-4192 福岡県宗像市赤間文教町1-1
1-1, Akamabunkyo-machi, Munakata, Fukuoka 811-4192,
Japan

***** 北九州市立大学
The University of Kitakyushu
〒802-8577 福岡県北九州市小倉南区北方四丁目2番1号
4-2-1 Kitagata, Kokura Minami-ku, Kitakyushu, Fukuoka
802-8577, Japan

受付日：2012年6月8日

受諾日：2012年9月4日

かじめ予測することが示された。また、熟練者は初動作をいち早く開始することでボールまでの到達時間に余裕を持ち、飛んでくるボールまでの空間距離を予測しながら落下地点まで移動することによって、捕球の成功率を高めていると考えられた。

キーワード：野球，フライ捕球，視覚情報，聴覚情報

Abstract

The purpose of this study is to clarify the sensory information processing involved in making fly catches by outfielders in baseball through examining what sort of differences in performance occur between experienced and inexperienced outfielders when restrictions are added to visual and audio information concerning the batter fly catch movement of outfielders in baseball. The subjects consisted of 10 outfielders belonging to a university regulation baseball team for the role of experienced outfielders and 8 individuals who have not played on a baseball team in the past and have no experience in regulation baseball in the role of inexperienced outfielders. The task of the experiment was to make a fly catch in the outfield 80 meters away from the batter, catching 10 balls under each of 4 conditions, consisting of (1) no visual restrictions / no audio restrictions, (2) with visual restrictions / no audio restrictions, (3) no visual restrictions / with audio restrictions, and (4) with visual restrictions / with audio restrictions. The results of the experiment indicated that, for baseball fly catches, the outfielders were able to predict in advance the point at which the ball would fall based on receiving audio information from the batter as well as visual information from the batter. Also, by starting the initial catching movements quickly, experienced outfielders were able to have more than enough time up to the moment when the ball reached them, and by moving to the point at which the ball would fall while predicting the spatial distance extending up to the approaching ball, they were able to increase their catch success rate.

Key words : baseball, fly catch, visual information, audio information

I. 緒言

多くのスポーツ競技場面において、競技者は絶えず変化する複雑な環境の中で自身を適切にコントロールし、目的を達成するために素早く的確な行動を実現しなければならない。例えば、ボールゲームの競技者は、ボールの変位、チームメイトの状況、相手選手の動きといったあらゆる対象からの情報を知覚・認知し、合目的な処理作業をしながらも、その後の状況変化を予測し、適切な行動を決定し発現するという一連のプロセスを、時間的および空間的制約の下で行わなければならない¹²⁾。そのために用いられる環境からの情報として、最も重要なものが視覚情報である。

熟練競技者の視覚情報獲得スキルについては、コンピュータアナロジーの観点から、視力などの視覚的ハードウェアに帰すると仮定する「ハードウェアアプ

ローチ」と、知覚した情報処理の方略などに起因すると仮定する「ソフトウェアアプローチ」の2つの立場から研究がなされてきた。William et al.²³⁾は、視覚情報獲得スキルのソフトウェア特性であるパターン認識や状況予測スキルに関する研究を概観し、熟練競技者は、①構造化されたプレー状況パターンの早く正確な再生・再認、②ボールなどの関連対象の早く正確な検出、③効率的な視覚探索方略と有効な視覚手がかりを利用した対戦相手の動きの予測、④特定の状況下で次に起こり得る事象の素早く正確な予測、といった知覚・認知的能力のソフトウェア特性が優れているとしている。そして近年、これらの視覚情報処理スキルをも向上させることが明らかにされつつあり、トレーニングによって改善できるスキルとして、競技スポーツ現場における指導への応用という面でも期待されている。

野球競技者の視覚情報処理能力に関しては、これまで

打球動作^{7, 8, 16, 19}や捕球動作^{1, 11, 18, 20, 21, 22}における視覚情報探索の方略について研究がなされてきた。大築¹³は、「キャッチとは標的を捕捉することである」と定義しており、「捕」と「打」は物体の運動量をゼロにするか運動量を変化させるかの違いだけで、打球動作も捕球動作の一種として見なすことができる。捕球動作に関する Whiting et al. の一連の研究^{20, 21, 22}では、投球機から投げ出されるボールの飛行中の軌跡をある部分だけ遮蔽することにより、ボールの飛行軌跡を見る情報量と捕球成績との関係を検討している。その結果、捕球前のボールの飛行軌跡がおよそ200 ms. 以上見えれば、遮蔽時間が長くても捕球は成功することが確かめられた。また、Smyth and Marriott¹⁸は、捕球動作におけるエラーを手の空間定位のエラーとボールを掴むタイミングのエラーとに分類した。一方、Fischman and Schneider⁵や Diggles et al.¹は、手に関する視覚情報の減少は未熟練者においては空間定位のエラーを増大させるが、熟練者ではほとんど影響しないことを明らかにした。つまり、視覚情報は主にボールを掴む動作のタイミングに影響し、手の空間定位は自己受容器からの筋感覚情報のみでも可能であることを示唆している。このように、捕球動作に必要な視覚情報処理能力については構造的な理解がなされている。

これまで「打つ」、「投げる」、「捕る」という基本動作を対象として、動きに対する動作解析などの研究は数多くなされてきている。しかしながら、野球の実践場面においては「投球」→「打球」→「捕球」(→「送球」)というように、時間的流れの中で常に他の動作(あるいは他者)との関連性をもって遂行されている。つまり、実践環境において遂行される動作の特性を明らかにするためには、他動作(あるいは他者)などの視覚情報との関わりを取り上げることが重要であると考えられる。三好・森¹⁰は、時間的遮蔽法を用いて野球の内野手(遊撃手)が打球方向を予測するタイミングを検討し、打者の踏み込みやインパクトにおける打者の体勢移動が重要な手がかりとなっていることを明らかにした。また、Oudejan et al.¹⁴や Fajen et al.⁴によって、視覚情報をアフォーダンスによる知覚の観点より捕球時の動作開始タイミングと速度の関連が検討されている。捕球動作遂行のための視覚情報処理過程はより複雑となり、より高度に構造化されたプレー状況パターンの予測と正確な

再生・再認、中枢からの出力処理への素早い変換が要求される。しかしながら、上述の研究はディスプレイ映像やシミュレーション映像などが視覚情報として呈示される実験室的研究であり、視覚探索方略についてフィールド場面において動作レベルまで検討を加えている研究は極めて少ない。

さて、前述のようにこれまでの研究からもスポーツパフォーマンスに関して視覚情報が優位に働き、非常に重要であることが示されている。しかし、環境からの知覚情報として聴覚情報もスポーツパフォーマンスにおいて影響していると予測される。外野手がフライを捕球する際に、落下地点に入るまでの時間、距離と方向の判断がパフォーマンスに大きく影響すると考えられる。この場合、捕球動作に関わる情報は主に視覚によってもたらされることは予測されるが、熟練した選手は打球音(聴覚)からもボールの軌跡を判断するという可能性も考えられる。一般的には「視覚」と「聴覚」は、互いにその感覚を高めあう効果があり⁹、清水ら¹⁷は、視覚刺激と聴覚刺激による重心動揺への誘導効果として、単純に加算されるのではなく、視聴覚刺激の間で相互作用が存在していると示唆している。各感覚情報に対する単純反応時間(simple reaction time)において視覚と聴覚では、一般的に聴覚の方が単純反応時間は短いとされているが、視覚刺激と聴覚刺激のどちらが先に提示されるか明確ではない場合、視覚刺激に反応してしまう傾向があることは知られており³、「視覚」と「聴覚」の関連性が注目されている。加えて、近年では視覚優位が崩れる場合もあることが分かっている。Recanzone¹⁵は、空間的な課題では視覚が優位であるが、時間的特徴の識別においては、聴覚情報が優先されることを実験で示している。松井ら¹⁰は聴覚情報の伝達が、視覚情報に比べ脳への伝達速度が速いのではないかと推測し実験を行っており、古根ら⁶は聴覚刺激が自己運動距離知覚に与える影響として接近を示す要因となっていることを示している。このように聴覚情報の研究がすすめられているが、スポーツパフォーマンス発揮における聴覚情報の研究は極めて少なく、聴覚情報を含めたフライ捕球における情報の影響については、競技者や指導者が経験的に体得している主観的なものに過ぎず、科学的な裏付けはなされていない。

そこで、本研究では、野球外野手のフライ捕球動作時に打者に関する視覚および聴覚情報に制限(マスクング)

を加えた場合、熟練者と未熟練者のパフォーマンスにどのような違いが生じるのかを検討し、外野手のフライ捕球動作における視聴覚情報処理の特徴について明らかにすることを目的とした。

II. 方法

A. 参加者

参加者は、熟練者として大学硬式野球部所属の外野手10名（年齢：19.2±0.9歳，身長：172.1±3.5cm，体重：71.7±4.5kg，競技経験年数：10.6±1.8年；平均±標準偏差），未熟練者としてかつて野球部に所属したことの無い硬式野球非経験者8名（年齢：18.8±0.5歳，身長：164.0±4.2cm，体重：61.4±5.2kg）であった。実験への参加に当たって、事前に文書および口頭による説明を行い同意を得た。

B. 実験課題

後述する条件下において、打者から約80m離れた外野でのフライの捕球を課題とした。ノッカーは基点を中心として描かれた半径20mの円内（5m毎に同心円が描かれている）に、打球を飛ばした。20mの円内に飛んだ打球を分析の対象とした。参加者は、野球競技における外野フライの場面を想定して、ノッカーから約80m離れた地点に立ち（基点）、視聴覚マスキングにおける4パターンの実験条件下における捕球を各条件10球ずつ計40球行った。

C. 実験条件

外野手の捕球動作開始に用いられる打者（ノッカー）の情報を以下の条件から操作した。なお、聴覚マスキング条件の場合、耳栓着用時で、ノッカー位置からの打球音及び実験開始合図の音が参加者に聞こえないことを確認した。視覚マスキング・聴覚マスキングの両条件試行において、試行開始合図として、ノッカーの3m右後方に立った実験者から、開始合図として本数と同時に挙手をする合図を行った。

1. 視覚のマスキング条件×2（マスキングあり・なし）打者前（3m）位置に遮蔽壁（2×4m）にシートを掛け、打者の姿を隠すか否か
2. 聴覚のマスキング条件×2（マスキングあり・なし）

参加者に耳栓をさせ、打球音を聞かせるか否か

これらをもとに以下の4条件を設定した。

- 条件①：視覚マスキング無し・聴覚マスキング無し条件
- 条件②：視覚マスキング有り・聴覚マスキング無し条件
- 条件③：視覚マスキング無し・聴覚マスキング有り条件
- 条件④：視覚マスキング有り・聴覚マスキング有り条件

D. 実験手続き

参加者は、野球競技における外野フライの場面を想定して、ノッカーから約80m離れた地点に立ち（基点）、上述の4条件下における捕球を各条件10球ずつ、参加者間においてランダムな条件順序で、計40球の捕球を行った。打球方向及び移動方向を評価するために、ノッカー側を始点とし円を12等分し、時計表示に置き換えた位置の値のうち、0時、3時、6時、9時の地点の円の外周にマーカーを設置した（図1）。

参加者及びノッカーの動きを、3台のビデオカメラにて撮影した（図2）。カメラ1は6時方向に設置し、移動時間、移動方向、打球方向を撮影した。カメラ2はノッカーの背後から打球インパクトを撮影、カメラ3はノッカー後方にあるスタンドに設置し、打球インパクトから捕球動作まで全体が映るよう撮影して、打球インパクト、移動時間、移動方向、打球方向の確認と時間同期のために利用した。ビデオカメラを時間的に同期させるため、3台のカメラにスタートフレームを同時に書き込み、各試行前に同期する共通信号を送った。また分析時に、3台のカメラ映像を1台のパソコンに取り込み、時

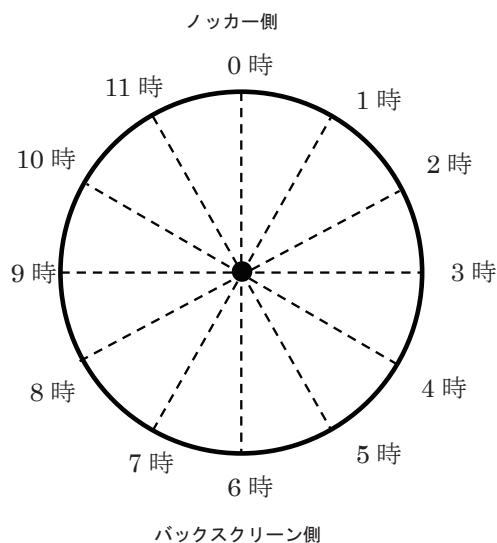


図1 打球方向及び移動方向評価基準

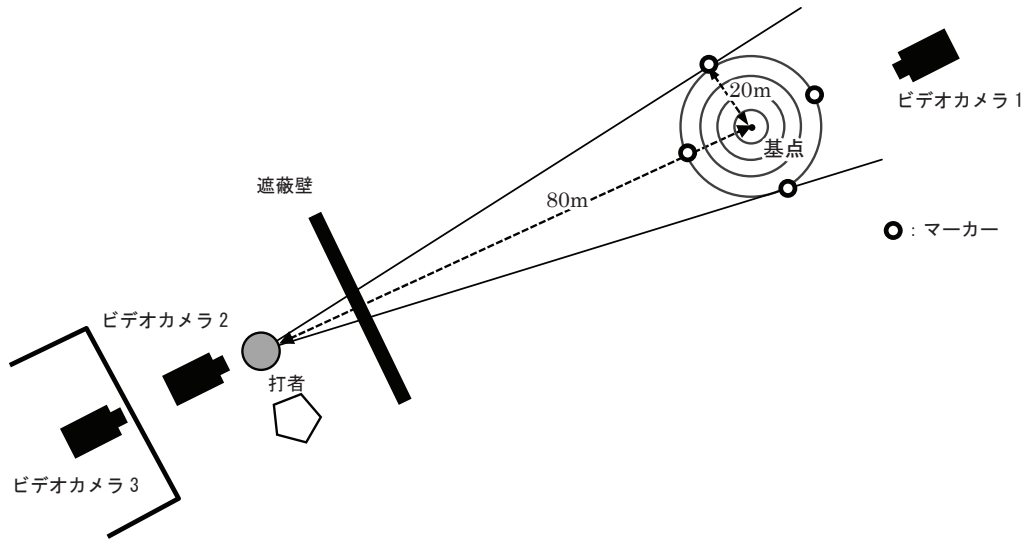


図2 実験配置

間的な同期を確認した。尚、映像のサンプリング周波数は、29.97 フレーム/秒であった。

E. データ解析

撮影したビデオ映像から、参加者の動作開始時間（打球インパクトから参加者の動き出す一歩目の足が地面から離れた瞬間）、移動時間（動作開始時間から捕球時、または捕球失敗後ボールが地面に着いた瞬間）、移動方向（落下地点に入るまでの足運びのパターン）の解析を行った。一致率については、初動時の移動方向とボール落下位置が円内12等分した時計表示の値が一致した場合とした。上記の定義から以下の依存変数を算出した。

1. 動作開始時間 (Reaction Time; RT)
2. 打球インパクトから捕球までの時間（飛球時間）に対する移動時間の割合 (% Movement Time; % MT)
3. フライ捕球成功率 (%)
4. 初動時の動作方向 (Movement Direction; MD) とボール落下地点が一致した割合 (%)

統計解析には SPSS ver.10 を用いた。

III. 結果

動作開始時間 (RT) は、「群 (2) × 視覚マスキング条件 (2) × 聴覚マスキング条件 (2)」について繰り返しのある三要因分散分析を行った。RT の平均値と標準偏差を条件別で図3に示した。結果は、熟練者群・未熟練者群、視覚マスキング条件、聴覚マスキング条件の3要因

の主効果がいずれも有意であった。熟練者群 (568msec) は未熟練者群 (698msec) よりも RT が速かった ($F = 4.77, p < 0.05$)。また、視覚マスキング無し条件 (533msec) が視覚マスキング有り条件 (718msec) よりも速く ($F = 18.19, p < 0.01$)、聴覚マスキング無し条件 (590msec) が聴覚マスキング有り条件 (661msec) よりも RT が速かった ($F = 13.31, p < 0.01$)。しかし、各要因間の交互作用は有意ではなく、各群内での条件間の有意差、各条件での群間の有意差は見られなかった。

打球インパクトから捕球までの時間（飛球時間）に対する移動時間の割合 (% MT) を「群 (2) × 視覚マスキング条件 (2) × 聴覚マスキング条件 (2)」について繰り返しのある三要因分散分析を行った。条件別で % MT の平均値と標準偏差を図4に示した。結果は、群、各マスキング条件の3要因の主効果がいずれも有意であっ

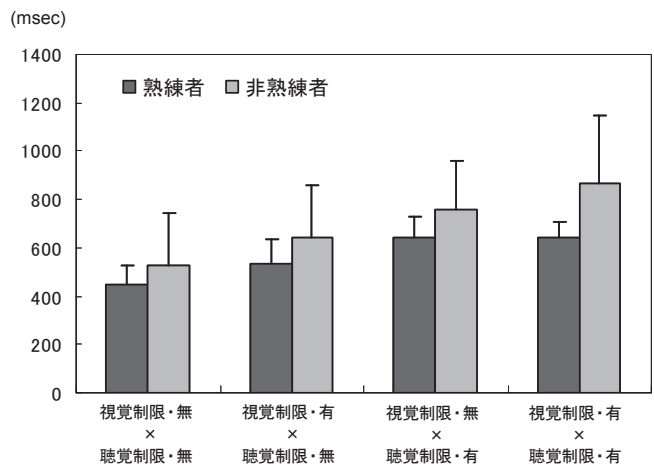


図3 各条件における動作開始時間

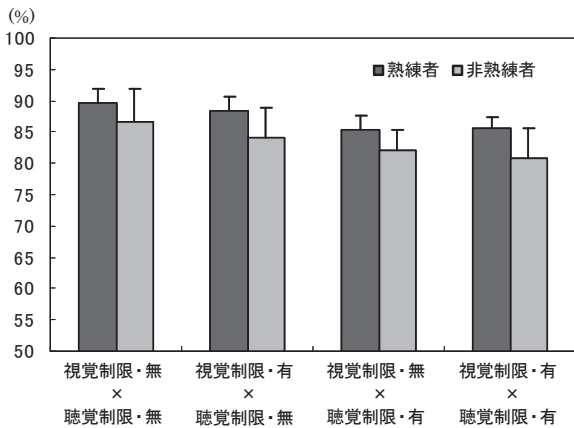


図4 各条件における移動時間の割合

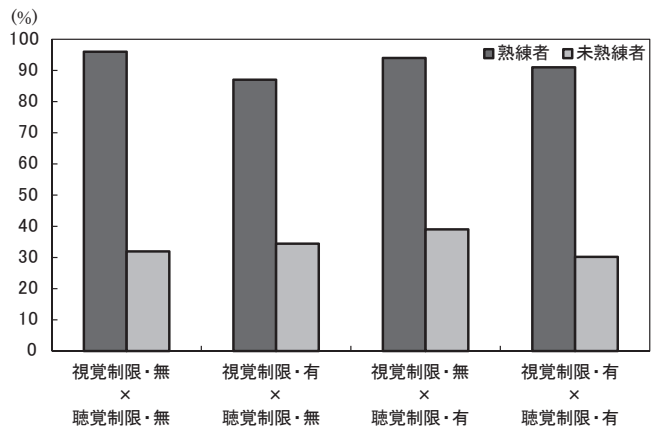


図5 条件別フライ捕球成功率

た。熟練者群 (87.3%) は未熟練者群 (83.4%) よりも % MT が高かった ($F = 9.90, p < 0.01$)。視覚マスキング無し条件 (87.4%) が視覚マスキング有り条件 (83.7%) よりも高く ($F = 18.25, p < 0.01$)、聴覚マスキング無し条件 (86.1%) が聴覚マスキング有り条件 (85.0%) よりも % MT が高かった ($F = 6.41, p < 0.05$)。しかし、各要因間の交互作用は有意ではなく、各群内での条件間の有意差、各条件での群間の有意差は見られなかった。

フライ捕球成功率を「群 (2) × 視覚マスキング条件 (2) × 聴覚マスキング条件 (2)」について繰り返しのある三要因分散分析を行った。条件別でフライ捕球成功率を図5に示した。結果は、群間のみにおいて主効果がみられ、熟練者群 (93.3%) は未熟練者群 (33.9%) よりも成功率が高かった。 ($F = 276.46, p < 0.01$)。しかし、他の要因間の主効果はなく、各群内での条件間の有意差、各条件での群間の有意差は見られなかった。

初動時の移動方向とボールの落下地点が一致した割合について検討するため、12等分方向 (図1参照) において、参加者の初動時の移動方向とボールが落下した位置方向の一致率を「群 (2) × 視覚マスキング条件 (2) × 聴覚マスキング条件 (2)」について繰り返しのある三要因分散分析を行った。条件別で初動時の移動方向とボールの落下地点の一致率を図6に示した。結果は、どの要因においても有意な差は見られなかった。続いて、一致した試行の中でもフライ捕球を成功したデータのみを抽出し、「群 (2) × 視覚マスキング条件 (2) × 聴覚マスキング条件 (2)」について繰り返しのある三要因分散分析を行った結果、結果は、群間のみにおいて主効果がみられた。初動時の移動方向とボールの落下地点が一

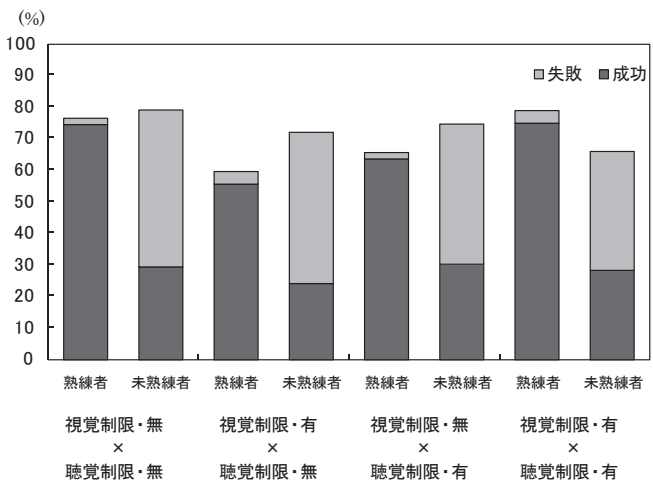


図6 初動時の移動方向とボール落下地点の一致率

致した中で成功したものの一致率は、熟練者群 (67.2%) は未熟練者群 (28.1%) よりも成功率が高かった。 ($F = 122.88, p < 0.01$)。しかし、他の要因の主効果はなく、各群内での条件間の有意差、各条件での群間の有意差は見られなかった。

IV. 考察

本研究では、野球外野手のフライ捕球動作時に打者に関する視覚及び聴覚情報に制限 (マスキング) を加えた場合、熟練者と未熟練者のパフォーマンスにどのような違いが生じるのかを検討することにより、外野手のフライ捕球動作における視聴覚情報処理の特徴について明らかにすることを目的とし、実験を行った。

動作開始時間の結果から、熟練者は未熟練者よりも、視覚マスキングが無い方が有るよりも、聴覚マスキングが無い方が有るよりもそれぞれ動作開始時間が速いこと

が認められた。また、統計的有意差は認められなかったものの、熟練者群、未熟練者群ともにマスクングが無い状態、聴覚マスクングのみを行なった状態、視覚マスクングのみを行なった状態、視覚マスクング・聴覚マスクングともに行なった状態の順で動作開始時間が早い傾向にあった。フライ捕球の成功率を見ると熟練者群が約9割の成功率に対して、未熟練者群では約3割と成功率が低かった。これらのことから、熟練者の動作開始時間の動き出しの速さからも予測されるようにフライ捕球動作は、インパクトの瞬間の視覚および聴覚の情報からその後の動き出しの方向や到達点までの距離をある程度予測することで動作開始時間を短縮し、できるだけ速く余裕を持って捕球体勢に入ることが重要であると考えられた。

打者からの視覚情報が制限されている状況では、捕球動作の開始が遅くなるという結果は、これまでの実践場面での捕球動作に関する先行研究¹⁴⁾の結果と一致するものであった。すなわち、外野手がフライを捕球する場合において打者に関する視覚情報が非常に重要な行動決定因子となり、ボールが打ち出される以前に打者の踏み込みやインパクトにおける打者の体勢移動を手がかりとして打球方向を予測しておくことが正確な捕球を達成することにつながると考えられた。

本研究の結果から、フライの捕球動作においては視覚的な情報のみならず、聴覚的な情報の獲得、すなわち打球音が捕球者の動作開始に影響を与えていたことは注目に値する。要因間の交互作用みられないことから、熟練者のみが聴覚情報を利用しているとは言えないが、各条件における標準偏差に着目してみると、未熟練者の値は明らかに熟練者に比べて大きいことがわかる。つまり、両者とも同様に視聴覚情報の影響を受けてはいるものの、熟練者の動作開始時間は参加者間でのばらつきが少なく安定しているのに対し、未熟練者の動作開始は大きくばらついていたことから、その動作の質的な違いが存在していたと考えられた。打球音が捕球動作の開始に影響を与えることを考えると、野球の実践場面においてはその競技レベルが高くなるほど観客席からの応援の音量が大きくなり、外野手にとっては打球音を知覚することが困難になると予想される。そのため、聴覚情報はフライ捕球動作の成功に少なからず影響を及ぼすと考えられる。したがって、野球競技者は、カクテルパーティ効果

に見られるような必要な情報だけを聞き取っている可能性も考えられ、その際に、聴覚情報が打者のフォームからの視覚情報の補完の役割をしていることも否定できない。このように聴覚情報である打球音を聞き分けることは、捕球スキルになり得るだろう。

打球インパクトから捕球までの時間に対する移動時間の割合の結果から、動作開始から捕球までにかかる時間の割合は熟練者は未熟練者よりも、視覚マスクングが無い方が有るよりも、聴覚マスクングが無い方が有るよりも高いことが明らかとなった。これは熟練者が打球時に得られる情報を手がかりに、まずは動作を開始していち早くボールの落下点に入るのに対し、未熟練者はより遅い段階で打球の行方を判断してから動き出すために、落下地点までの移動に費やす時間が相対的に短くなることを意味していると考えられる。

初動時の移動方向とボールの落下地点が一致した割合については、有意な差は見られなかったものの、一致率は未熟練者が高い傾向にあった。一致率からフライ捕球の成功したものを抽出した場合に、未熟練者の成功率が低いことが示された。すなわち、フライ捕球の成功率、動作開始時間と移動時間の割合と合わせて考えると、未熟練者は動き出しが遅いため、飛球中の視覚情報にて方向を判断していることが考えられ、落下位置まで走り込んだとしても捕球姿勢が十分ではないなどの捕球動作の技術レベルが大きく影響していることがうかがえる。

本研究では、フライ捕球動作における熟練度や視覚および聴覚情報の影響が明らかにはなかったものの、各要因間の交互作用は有意ではなく、各群内での条件間の有意差、各条件での群間の有意差は見られなかったことから、熟練者に特有の視覚および聴覚情報処理との明確な特徴は明らかにできなかった。視覚と聴覚の交互作用について、動作開始時間は聴覚マスクング無し条件において熟練者、未熟練者とも聴覚マスクング有りよりも早く動き出していることから動作開始のための重心方向への影響が考えられたが、有意な差は見られなかった。小宮山⁸⁾、清水¹⁵⁾の視覚刺激と聴覚刺激の相互作用の存在が示唆された実験室実験と違い、本実験はフィールド実験のため、聴覚刺激は打球音という瞬時の聴覚情報であり、限定された視覚情報と聴覚情報が動作開始の早さと移動方向の一致へ影響を明らかにすることができなかったと考えられる。

本研究の課題として、外野におけるフライ捕球ではボールインパクトから捕球までの時間が長いため、先行研究で示された「構造化されたプレー状況パターンの正確な再生・再認から中枢からの出力処理への変換の速さ」という熟練者特有の情報処理過程が反映されにくい条件設定となっていたことが考えられる。今後は、参加者の捕球スキルレベルを統一した上で、捕球動作における視覚および聴覚情報の認知と処理の影響について検討していくことが必要であると考えられた。

V. 結論

本研究では、野球の競技場面を想定した外野手のフライ捕球動作において、打者に関する視覚及び聴覚情報に制限（マスクング）を加えた場合、熟練者と未熟練者のパフォーマンスにどのような違いが生じるのかを検討することにより、外野手のフライ捕球動作における視聴覚情報処理の特徴について明らかにすることを目的とした。実験の結果、野球のフライ捕球においては打者からの視覚的な情報に加えて打球音からの聴覚的情報にも基づいてボール落下地点をあらかじめ予測し、初動作をいち早く開始することでボールまでの到達時間に余裕を持ち、飛んでくるボールまでの落下地点を予測しながら移動することによってフライ捕球の成功率を高めていると考えられた。

参考文献

- 1) Diggles, V. A., Grabiner, M. D., & Garhammer, J.: Skill level & effector visual feedback in ball catching. *Perceptual & Motor Skills*, 64: 987-993, 1987.
- 2) Egeth, H. E., & Sager, L. C. "On the locus of visual dominance" *Perception & Psychophysics*, vol. 22: pp.77-86, 1977.
- 3) Egeth, H. E., & Sager, L. C. : On the locus of visual dominance. *Perception & Psychophysics*, 1977.
- 4) Fajen BR, Diaz G, Cramer C.: Reconsidering the role of movement in perceiving action-scaled affordances. *Hum Mov Sci.*, 30(3): 504-33, 2011.
- 5) Fischman MG, Schneider T.: Skill level, vision, and proprioception in simple one-hand catching. *J Mot Behav.* 17(2): 219-29, 1985.
- 6) 古根 史雅・坂本 修一・寺本 渉・行場 次朗・鈴木 陽一：聴覚刺激が自己運動距離知覚に与える影響。情報科学技術フォーラム講演論文集, 9 (3) : 503-504, 2010.
- 7) Hubbard, A. W. & Seng, C. N.: Visual movement of batters. *Research Quarterly*, 25: 42-57, 1954.
- 8) 加藤貴昭, 福田忠彦：野球の打撃準備時間相における打者の視覚探索ストラテジー. *人間工学*, 38 (6) :333-340, 2002.
- 9) 小宮山 摂：大画面テレビ視聴時における音像定位. *日本音響学会誌*, 43 (9) : 664-669, 1987.
- 10) 松井靖浩・石井雅博・山下和也・唐政：フラッシュラグ効果における聴覚情報の寄与. *電子情報通信学会技術研究報告*. HIP, ヒューマン情報処理, 107 (332), : 23-26, 2007.
- 11) 三好智子, 森周司：事前視覚情報の利用が打球の方向予測に及ぼす影響-熟練者と未熟練者の比較実験による検討-. *日本心理学会第74回大会発表論文集*, 761, 2010.
- 12) 中川昭：ボールゲームにおける状況判断研究のための基本概念の検討. *体育学研究* 28 : 287-297, 1984.
- 13) 大築立志：巧みの科学, 朝倉書店, 東京, 1988.
- 14) Oudejans RR, Michaels CF, Bakker FC, Dolné MA. : The relevance of action in perceiving affordances: perception of catchableness of fly balls. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.*, 22(4): 879-91, 1996.
- 15) Recanzone, G. H. Auditory Influences on Visual Temporal Rate Perception., *J. Neurophysiol.*, 89: 1078-1093, 2003.
- 16) Shank M.D., & Haywood, K.M.: Eye movements while viewing a baseball pitch. *Perceptual and Motor Skills*, 64: 1191-1197, 1987.
- 17) 清水 俊宏・矢野 澄男：広視野視覚刺激と聴覚刺激の同期提示による重心動揺への誘導効果. *電子情報通信学会論文誌*. A, 基礎・境界 J83-A (7) : 912-919, 2000.
- 18) Smyth, M. M., & Marriott, A. M.: Vision & proprioception in simple catching. *Journal of Motor Behavior*, 14 (2): 143-152, 1982.
- 19) Takeuchi, T., & Inomata, K.: Visual search strategies and decision making in baseball Batting. *Perceptual and Motor Skills*, 108: 971-980, 2009.
- 20) Whiting, H. T. A., Gill, E. B., & Stephenson, J. M.: Critical time intervals for taking flight information in ball-catching task. *Ergonomics*, 13(2): 265-272, 1970.
- 21) Whiting, H. T. A., Alderson, G. J. K., & Sanderson, F. H.: Critical time intervals for viewing & individual differences in performance of a ball catching task. *International Journal of Sport Psychology*, 4: 155-164, 1973.
- 22) Whiting, H. T. A., & Sharp, R. H.: Visual occlusion factors in a discrete ball-catching task. *Journal of Motor Behavior*, 6(1): 11-16, 1974.
- 23) Williams, A.M., Ward, P., & Smeeton, N.: Perceptual & cognitive expertise in sport: Implication for skill acquisition & performance enhancement. In Williams, A.M., & Hodges, N.J. (Eds.) *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory & Practice*. Routledge: London., pp.328-347, 2004.