

中京大学博士審査学位論文
大学院体育学研究科

論文題目：試合中の選手の緊張の程度をとらえる

-野球投手を対象としたフィールド実験研究-

英訳：Evaluating the tension levels of athletes
during competition

- An field experimental study targeting baseball
pitchers -

2017年9月19日学位授与

中京大学大学院体育学研究科体育学専攻

橋本泰裕

| | |
|---|----|
| 第 1 章. 緒言..... | 4 |
| 1. 1. はじめに..... | 4 |
| 1. 2. 先行研究..... | 5 |
| 1. 2. 1. 生理的指標を検討した先行研究 | 5 |
| 1. 2. 2. 認知的評価に関する先行研究..... | 6 |
| 1. 2. 3. 生理的指標と認知的評価の対応関係を検討した研究..... | 7 |
| 1. 2. 4. 試合状況を検討した先行研究..... | 7 |
| 1. 2. 5. 先行研究のまとめ | 8 |
| 1. 3. 検討すべき課題と研究目的..... | 8 |
| 第 2 章. 実験研究 1. 準硬式野球投手の練習と試合中の心拍数の変化..... | 10 |
| 2. 1. 目的 | 10 |
| 2. 2. 方法 | 10 |
| 2. 2. 1. 研究対象..... | 10 |
| 2. 2. 2. 測定指標..... | 12 |
| 2. 2. 3. 手続き | 14 |
| 2. 2. 4. 緊張の程度を示す指標の算出方法..... | 14 |
| 2. 2. 5. 統計処理..... | 15 |
| 2. 3. 結果 | 18 |
| 2. 4. 考察..... | 24 |
| 2. 5. 要約 | 26 |
| 第 3 章. 実験研究 2. 試合中の質問紙の妥当性の検討, 及び心理的指標と生理的指標の対応関係の検討..... | 27 |
| 3. 1. 目的 | 27 |
| 3. 2. 実験研究 2-1. 緊張に関する 1 項目質問紙の妥当性の検討 | 27 |
| 3. 2. 1. 方法 | 27 |
| 1) 研究対象..... | 27 |
| 2) 手続き | 27 |
| 3) 分析方法と統計処理..... | 28 |
| 3. 2. 2. 結果 | 28 |
| 3. 2. 3. 考察 | 31 |
| 3. 3. 実験研究 2-2. 心拍変化量と主観的緊張度の対応関係の検討..... | 31 |
| 3. 3. 1. 方法 | 31 |
| 1) 心拍変化量の算出方法..... | 31 |
| 2) 場面別での分析方法の分析方法 | 32 |
| 3) 時系列データでの分析方法の分析方法 | 32 |
| 3. 3. 2. 結果 | 35 |

| | |
|--|----|
| 1) 場面別での分析方法での対応関係の検討..... | 35 |
| 2) 時系列データでの分析方法での対応関係の検討..... | 35 |
| 3. 4. 考察..... | 35 |
| 3. 4. 1. 心拍変化量と主観的緊張度の時系列データでの対応関係の検討..... | 35 |
| 3. 4. 2. 心拍変化量の減少とパフォーマンス..... | 36 |
| 3. 4. 3. 試合中の主観的緊張度を全て 1 と回答した事例..... | 36 |
| 3. 4. 4. 失点確率と各指標の対応関係..... | 36 |
| 3. 4. 5. 緊張した場面と対応関係のある指標..... | 36 |
| 3. 5 要約..... | 37 |
| 第 4 章. 実験研究 3. 試合中の投手の緊張に影響を与える要因の抽出..... | 38 |
| 4. 1. 目的..... | 38 |
| 4. 2. 分析 1. 心拍変化量に影響を与える試合状況の抽出..... | 38 |
| 4. 2. 1. 方法..... | 38 |
| 1) 研究対象..... | 38 |
| 2) 測定指標・統計処理..... | 38 |
| 4. 2. 2. 結果..... | 39 |
| 4. 3. 分析 2. 心拍変化量に影響を与える個人差の抽出..... | 41 |
| 4. 3. 1. 方法..... | 41 |
| 4. 3. 2. 結果..... | 41 |
| 4. 4. 分析 3. 主観的緊張度, 主観的勝率に影響を与える試合状況の抽出..... | 43 |
| 4. 4. 1. 方法..... | 43 |
| 4. 4. 2. 結果..... | 43 |
| 4. 5. 実験研究 3 に関する総合的考察..... | 46 |
| 4. 5. 1. 練習－試合条件の心拍数の差の検討..... | 46 |
| 4. 5. 2. 心拍変化量に影響を与える要因の検討..... | 46 |
| 4. 5. 3. 個人差についての検討..... | 47 |
| 4. 6. 要約..... | 47 |
| 第 5 章. 総合的考察..... | 48 |
| 5. 1. 試合中に取得可能な生理的指標と, 認知的評価について..... | 48 |
| 5. 2. 最も緊張した場面に対する主観的指標と客観的指標の対応関係..... | 48 |
| 5. 3. 心拍変化量と試合中の緊張度の対応関係..... | 48 |
| 5. 4. 試合中の緊張に影響を与える要因の抽出について..... | 49 |
| 第 6 章. 結論..... | 50 |
| 文献..... | 51 |
| 謝辞..... | 54 |

第1章. 緒言

1.1. はじめに

スポーツ現場では、練習で上手くできていたことが試合になるとできなくなるということがしばしば生じる。また、試合の途中まで調子のよかった選手が突如としてパフォーマンス不調に陥る現象もしばしば観察される。このような現象はスポーツ心理学の分野で“過度の興奮のために予期したとおりにプレーできず記録が低下した状態”，すなわち「あがり」（市村，1965）と定義されている。そして近年，このような興奮や緊張などの覚醒水準の過度の高まりが運動課題の正確性を低下させることが実験研究から明らかにされている。しかし，これまであがりは練習と試合など環境の違いが原因となって生じることが多く，特に重要な試合で生じやすいことが報告されている(Mellalieu, Neil, Hanton, & Fletcher, 2009)。このため，あがりは環境が主な原因で生じており，スポーツにおける環境は試合中に変動することから，あがりが生じやすい試合中の場面を特定することが，あがりの予防に重要であると考えられる。例えば野球の試合においては，打者の安打に伴ってランナーの位置が変化し，無死ランナー満塁の状況の得点期待値は2.22点となる。これは，無死ランナーなしの状況の0.49点と比べ高いこと(Lindsey, 1963)が明らかとなっており，場面毎の緊張の程度は異なることが示唆されている。このようにスポーツの試合においては，試合のひとつひとつの場面が重要な環境であるといえる。これまでのスポーツ心理学分野の研究では，過度な緊張が生じた後の対処方略(コーピング)に焦点を当て，あがりの解消を試みている。その一方で，緊張を予防するという観点においては，練習と試合という大枠での環境の違いは着目されているが，試合中の場面の変化が選手の緊張に与える影響を検討した研究はみられない。試合中どの場面が選手の緊張に影響を与えているかを特定することができれば，選手は特定の場面を想定してトレーニングを行うことが可能となる。

これまで，スポーツ心理学の分野におけるあがりとパフォーマンスの関係性は，質問紙を用いて選手の性格特性を分析することで間接的に検討されてきた。例えば Taikyo Sport Motivation Inventory (TSMI; 松田他, 1982)や Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes 3 (DIPCA. 3: 徳永, 2001)は，「精神力」「根性」「やる気」という，従来スポーツ現場で経験的に語られてきた性格特性を定量化するために開発され，高い精神力を持つ選手ほど高い競技力を有するという傾向が明らかにされている。このことから高い精神力を持つ選手は，試合中にも高いパフォーマンスを発揮できていると推察される。しかし，性格特性論に基づく質問紙研究では，試合中と試合外の緊張を分別することはできず，試合中の場面毎の緊張を明らかにすることは不可能である。

一方，Martens (1977)は，性格特性だけではなく選手が置かれている状況の要因も加味すべきという考えから，状態－特性不安検査(State－Trait Anxiety Inventory; STAI, Spielberger, 1966)をスポーツ選手に適するよう再構成し，Sport Competition Anxiety Test (SCAT)を開発している。そして，Craft, Magyar, Becker, and Feltz (2003)は，特

性不安よりも状態不安がパフォーマンスを低下させることを報告している。しかし、質問紙を用いて個別の試合状況と緊張の関係を検討することには限界がある。この理由として、質問紙法から結果を得るためには数十問に及ぶ質問項目に回答する必要があり、試合中に繰り返し回答することは現実的ではないためである。これらのことから、質問紙法は、選手のパフォーマンスを長期的に予測し改善することには有効であるが、短期的な緊張の変化を検討することはできないといえる。

他方、スポーツ生理学の分野では緊張の程度を測定する指標として心拍数を用いており、これを連続して記録することで、個々の試合状況での緊張度を推定することが可能である。例えば、2015年に行われた日本開催の世界カップのバレーボールの試合では、日本代表女子チームが心拍計を装着したまま試合を行い、試合中の選手の心拍数がテレビ中継されていた。しかし、Stockholm and Morris (1969)の、試合中の高い心拍数は運動負荷などの生理的ストレスと緊張などの心理的ストレスが合わさったものであり、スポーツにおける心理的ストレスの抽出を困難にしていると指摘にもある通り、心拍数の値を直接的に試合中の緊張と結びつけてしまうと誤差が生じると考えられる。このため、スポーツ生理学における心拍数を用いた先行研究では、自動車の運転(Simonson et al., 1968; Taggart & Gibbons, 1967)のように、比較的運動強度が安定した課題が用いられている。しかしながら運動強度が安定したスポーツ競技はごく少数であり、野球のように常に運動強度が変化する競技では生理的ストレスと心理的ストレスを分別し検討するための新しい方法の開発が必要である。

以上のことから、本研究の目的である試合中の緊張を検討するためには、スポーツ生理学分野で用いられてきた心拍数から緊張の程度を測定する方法やスポーツ心理学分野で用いられてきた質問紙法を発展させ、新たな研究方法を開発し、この上で試合状況と緊張の対応関係を検討する必要がある。このため、以下、スポーツにおいて生理学的指標、心理学的指標を用いた先行研究、及び、両指標の対応関係を検討した研究や、試合状況と緊張の対応関係を検討した先行研究を概観し、本研究の研究課題を明らかにする。

1.2. 先行研究

試合中の緊張の程度は、質問紙法などの心理的指標より検討した認知的評価に関する研究と、心拍数などの生理的指標を用いた研究に大別できる。両者とも研究の歴史は古く、1960年前後から研究が行われている。この節では、2つの指標を用いた先行研究を概観し、試合中の緊張を計測するための検討課題を明らかにする。

1.2.1. 生理的指標を検討した先行研究

生理的指標を用いた緊張に関する研究は、心拍数以外にも、血圧 (Szabo, Peronnet, Frenkl, & Farkas, 1994)や、内分泌系反応(Salvador, Suay, González-Bono, & Serrano, 2003)を用いて検討が行われている。各指標に共通している点は情動的反応に伴う生理的

随伴現象を機械装置によって確かめる(山路, 2013)という点である。このうち、本研究では心拍数を用いて検討を行うが、この理由は、試合中に連続してデータ測定ができ、試合状況と対応させることが可能であるためである。

心拍数を用いた緊張に関する研究としては、これまでスピーチ課題(矢島・尾形・河野, 2010)や、自動車レース直前の心拍数が 180 拍/分を上回ったこと(Taggart & Gibbons, 1967)などが報告されている。これらの報告より、高い緊張が心拍数の高い値を示すということが明らかにされている。一方で、これまでの研究では、心拍数が緊張よりも運動強度を推定する手段として数多く用いられてきている。これらの研究では、運動強度と心拍数には直線的な関係を保ちながら変動し(山路, 2013)、運動強度が高いほど心拍数も高くなる傾向があることが明らかにされている。このように試合中の心拍数を高める要因としては、緊張などの情動反応に伴う心理的ストレス以外にも、運動負荷によって生じる生理的ストレスの影響を受けるといえる。そこで、中村ら(2007)はタッピング課題中の心理的ストレスを検討する際、課題時の心拍数から被験者個々の安静時心拍数を減じた値を用い、緊張の程度の検討を行っている。このように2つの要因が複合的に合わさる指標の場合、1つの要因を減じることによりもう一方の要因を推定するという方法は、複合的な要因が合わさったままの指標を用いる以上に妥当性が高いと考えられる。

このため、本研究では、試合状況を1球単位で分割可能であり、安定した強度の運動を繰り返す野球の投手を実験の対象とし、試合中の心拍数から練習中の心拍数を減じた値を緊張の程度とする新しい心拍数の分別方法を開発する。

1.2.2. 認知的評価に関する先行研究

あがりや緊張を心理学の分野で検討した研究は、認知的評価に関する研究としてまとめることができる。Lazarus and Folkman (1984)は心理的ストレスを“ある個人の資源に負荷を負わせる、ないし資源を超えると評定された要求”と定義し、ストレスの程度が質問紙によって検討されている。質問紙法では、通常、多くの質問項目を用いることで質問紙の信頼性(一貫性)や内容的妥当性(測定された内容が概念を過不足なく反映しているかという妥当性の程度)を高めている。しかし、試合中に質問紙による測定を行う場合、測定項目を最小限に留める必要があり、信頼性や内容的妥当性の確保が試合中のデータ測定を困難にしている。

他方、単一の質問項目で認知的評価を測定する方法は、スポーツ生理学分野に主観的運動強度として存在している。この方法は、自転車エルゴメーター駆動時に運動時の体力的「きつき(または疲労)」を6-20の数値で答えるものである。主観的運動強度の測定対象は身体的ストレスであり、心理的ストレスとは異なるが、疲労という一種の心理状態を測定していると考えられる。また、近年では、心理学分野でも構成概念妥当性(測定された内容と他の変数との関連が概念間の構造を反映しているかという事柄に関する妥当性)を軸とする短縮版の質問紙の開発が始められている(小塩, 2015)。例えば Konrath, Meier and

Bushman (2014)は、ナルシズム(自分自身に過剰に自信をもち、自己中心的でうぬぼれやすい性格傾向)の程度を 1 項目の質問により標準化(作成された質問紙の妥当性を検討し高い妥当性を持つことを確認)している。この研究では、「私はナルシストです」という単一の質問項目に対し 7 件法で回答を行い、既に標準化されている心理テストとの相関係数や、高齢者と比べ青年の得点が高い傾向にあるなどの先行研究を支持する結果を複数提示することで、構成概念妥当性を検討している。本研究でも、構成概念妥当性を軸とする緊張に関する 1 項目での質問紙を開発し、妥当性を検討する。

1.2.3. 生理的指標と認知的評価の対応関係を検討した研究

これまで、先行研究を生理的指標と認知的評価に分別し検討を行ってきた。両指標は共に緊張を推定するための指標として用いられてきたが、生理的指標は情動的反応に伴う生理的随伴現象であるため客観的であり、認知的評価は自らの心情を感覚的に回答するため主観的であると考えられる。

これまでに取り上げた先行研究では、2 つの指標のうちいずれか一方を測定し、緊張の程度を検討していたが、近年では両指標を同時に測定した研究もみられるようになった。例えば、村井・田中・菅井・関矢(2007)や田中・瓜本・村山・関矢(2009)は選手に対し実験室内で過度な緊張を与えるため、試技が成功したら 2000 円分の図書カードを渡す(実際は成功失敗に関わらず 2000 円分の図書カードを渡す)などの報酬や、観客の有無(長谷川・矢野・小山・猪俣, 2011)によってプレッシャーを付加し、緊張の程度を心拍数と、STAI などの質問紙から検討している。この結果、心拍数と状態不安の得点はプレッシャー負荷時に有意に高くなる(長谷川他, 2011)という報告や、心拍数に有意な増加はみられたが、状態不安には有意差がみられなかった(田中・山本・関矢, 2010)、状態不安に有意な増加はみられたが、心拍数には有意差がみられなかった(田中・瓜本・村山・関矢, 2009)という報告もあり、先行研究では、どちらか一方に値の有意な増加はみられるが、両指標は必ずしも一致した傾向を示していない。また、試合中の緊張の程度は常時一定ではなく、時々刻々変化するものと考えられるが、これまで試合中の緊張の変化を 2 つの指標から比較検討した研究はみられない。このため、緊張する場面と両指標との対応関係の検討や、指標を時系列データによって対応させ、時間的關係性の検討を行う必要がある。

1.2.4. 試合状況を検討した先行研究

心拍数を用いてスポーツにおける環境の違いを検討した研究としては、前述したとおり練習時と比べ、試合時において心拍数や質問紙の得点が高くなるなどの、試合 - 練習での差が報告されている。しかしながら、試合状況と心拍数の対応関係を検討した研究は少数である。Stockholm and Morris (1969)は野球の試合中の投手に対して、Hanson (1967)は打者に対して心拍数の測定を行っているが、両研究とも被験者 1 名に対する事例検討であるため一般性の検討はされていない。Miyamoto(1994)は、弓道の試合において試合前の練

習一試合間や、試合中のラウンド別での比較を行っている。この結果、4ラウンド中1ラウンド目に心拍数が高くなる傾向があることや、試合前の練習から心拍数が高い値を示した選手は、試合中の的への命中率が試合前の練習とべ低下したことを報告している。しかしながら、この研究は実験参加者数が5名であり一般化に課題が生じている。このためまず、被験者数を増やし統計学的検定を行うことにより緊張に影響を与える要因を抽出する必要がある。

1.2.5. 先行研究のまとめ

これまで、試合中の選手の緊張を検討した研究は事例検討のみであり、一般化を目的とした研究はみられない。この理由は、これまでの緊張を推定するための研究方法が、実験室で行うことを前提として考えられており、試合中のデータを分析対象としていないためである。このためまず、試合中の緊張を推定するための指標を開発する必要がある。先行研究の検討では、生理的指標では心理的ストレスと身体的ストレスの分別方法の開発、認知的評価では短縮版の質問紙作成の必要があるという課題を提示した。そして、指標間の対応関係の検討であるが、本研究では、先行研究のみられない試合中の選手の緊張を明らかにするため、2つの方法から検討を行う。

1つは、特定の試合場面毎にデータを集計し検討を行う場面別での分析方法である。例えば、無死ランナー満塁と2死ランナーなし時の心拍数の値に有意差があるかを検討する。もう1つは、指標と試合状況を時間軸で対応させる時系列データでの分析方法である。この場合、例えば、心拍数と緊張に関する質問紙の最大値は、時間的な対応関係があるかを検討する。本研究では、この2つの分析方法を組み合わせることにより、場面別での分析方法からは一般的傾向、時系列データでの分析方法からは指標と試合状況との時間的な対応関係を検討することにより、心拍数と緊張に関する質問紙の関係性を総合的に明らかにする。そして最後に、試合中の何が緊張を与えているかを明らかにするために、客観的緊張度である生理的指標を軸とし、緊張に影響を与える要因を統計学的検定により抽出する。

1.3. 検討すべき課題と研究目的

本研究の目的は、試合中の投手の緊張を総合的に検討することであり、この目的に従い先行研究を検討した結果、以下の3つの検討課題を提示する。

課題 1: 心拍数を用いて試合中の緊張を測定する際、心理的ストレスによる心拍数の増加を推定するためには、心理的ストレスと身体的ストレスの分別方法を開発する必要がある(課題1-1)。また、試合中の緊張を、認知的評価から測定するために1項目での質問紙を作成し、妥当性の検討を行う必要がある(課題1-2)。

課題 2: 生理的指標と心理的指標の対応関係を検討する必要がある。両指標は、課題1で開発された2つの指標を用い、対応関係は、場面別での分析方法(課題2-1)と時系列デー

タでの分析方法(課題 2-2)を用い、2つの研究法より総合的に対応関係の検討を行う必要がある。

課題3: 試合状況が選手の緊張に与える影響に関し一般性のある知見を得る必要がある。このため、客観的緊張度である生理的指標を従属変数とし、選手の緊張に影響を与える要因を抽出することで、試合状況が選手の緊張に与える影響を統計学的に検討する。

以上の課題を検討するため、以下に示す実験研究1から実験研究3までの研究を行った。

実験研究 1. 試合時の運動が、主に投球動作であり運動負荷の統制が行いやすい野球の投手に対し、練習時と試合時の心拍数データを測定した。そして、それら 2 つの心拍数を同期し、試合時の心拍数から練習時の心拍数を減じることにより、緊張の程度を抽出した(課題 1-1)。

実験研究 2. 試合中に取得可能となるよう緊張に関する質問紙を 1 項目で作成し、他の質問紙と合わせ構成概念妥当性を検討した(課題 1-2)。この上で、まず、場面別での分析方法による検討を行うため、試合後に投手から回答を得た最も緊張した場面に対し心拍数と緊張度の平均値や最大値の一致度合いを検討した(課題 2-1)。次に、時系列データでの分析方法による検討を行うため、生理的指標と認知的評価の時系列データでの対応関係を事例検討した(課題 2-2)。

実験研究 3. 客観的な緊張の程度である生理的指標を軸とし、試合中の投手の緊張に影響を与える要因を特定する。このため、実験研究 1 で開発された心拍数を従属変数、試合状況や認知的評価、選手の個人差を独立変数とし重回帰分析を行った(課題 3)。

第 2 章. 実験研究 1. 準硬式野球投手の練習と試合中の心拍数の変化

2. 1. 目的

本研究の目的は、試合と練習で心拍数を測定し、その差を心理的ストレスとする方法(心拍差分法)の妥当性を検討することである。試合中に心拍数を用いて緊張の程度を検討する際、運動負荷の要因を考慮した研究はこれまでみられない。そこで、単一の運動(投球動作)を繰り返し行う野球の投手に着目した。しかし、運動は同程度の負荷であっても動作を連続して行う場合と時間を空けて行う場合では、心拍数の最大値が異なると考えられる。このためまず、運動が心拍数に与える影響を時系列データから検討し、運動負荷による心拍数の増加に関する基礎的研究を行った。そして、練習時と試合時の心拍数の比較を行うことで試合中の投手の緊張の程度を推定する方法を開発した。

2. 2. 方法

2. 2. 1. 研究対象

C大学準硬式野球部に所属する男性投手 9 名、年齢 19.00(±0.87, 最小 = 18, 最大 = 20) 歳であり、このうち、右投げ 7 名、左投げ 2 名であった。野球競技経験年数は 10.61(±1.32) 年であり、競技レベルは、前年度全国大会優勝、直後の地区リーグでは優勝をしたチームであった。本研究における試合条件の測定については、2010 年 8 月下旬に 2 試合を行い、その後 2010 年 10 月上旬まで練習条件での測定を 1 人あたり 2-3 回行った。

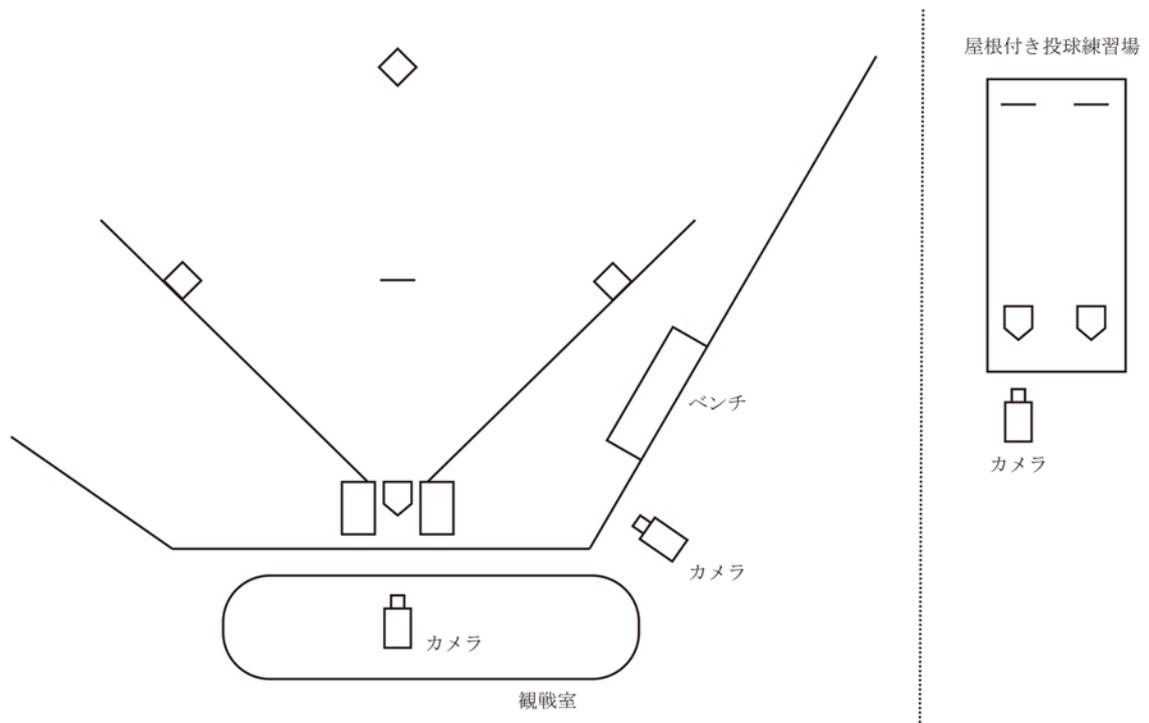


図 1-1. 実験状況

試合条件は球場，練習条件は球場に併設するブルペンで実験を行った．ベンチは両チームが同一のものを共有した．実験時の状況は試合条件がバックネット裏と 1 塁方向の 2 点から，練習条件では捕手後方からビデオカメラを使い撮影した．

2.2.2. 測定指標

図 1-1 に実験時のカメラの配置図を示した。試合条件ではビデオカメラ (TRV900, Panasonic 社製各 1 台) を 2 台, 練習条件では 1 台を使い撮影した。撮影地点は, 試合条件がバックネット裏と 1 塁方向の 2 点, 練習条件が捕手後方の 1 点であった。映像と心拍計は, 撮影開始時に心拍計に内蔵された時計をビデオに映すことで同期し, 同期の際の誤差は試合条件 0.5 秒以内, 練習条件 0.2 秒以内であった。尚, 取得したビデオ映像は, 試合内容の確認, 投手の投球動作開始-終了時点, 牽制, 守備動作などの抽出のために使用した。

試合と練習における心拍数データの同期方法を図 1-2 に示した。図 1-2 に示した通り, まず, 投球動作終了時をビデオで撮影した映像から検出し, 同期開始時点とした。同期開始時点を投稿動作開始時点ではなく投球動作終了時点とした理由は, 予備測定を行った際, 投球動作開始時点で同期を行った場合, ワインドアップ動作の有無により投手の投球 (ボールを放す) までの時間に各実験参加者, 及び同一実験参加者内でばらつきが生じたためである。投球動作終了の定義は, 体が起き上がっている, 足が交差していない, 両足の踵が地面についているの 3 点を満たす時点とした。また, 映像から投球動作開始時点を確認し, 投球動作開始直前 1 秒前を“投球直前”と定義した。

心拍数の測定には胸部装着型心拍計 (Polar - RS400) を用いた。この心拍計は, センサーを胸部にベルトで固定し, データを赤外線腕時計に内蔵された記録媒体に送信するものであった。心拍数データは, 16 拍に要する時間を計測し, 1 秒毎の移動平均化されたデータを出力するものである (このため, 心拍数が 150 拍/分の場合 6.4 秒, 120 拍/分の場合 8 秒の時間の平均心拍数が 1 秒毎のデータとして算出される)。心拍計の性質上, 実時間への遅延が生じるため, 練習条件と試合条件に対して遅延時間を求め, 心拍数データを実時間に補正した。

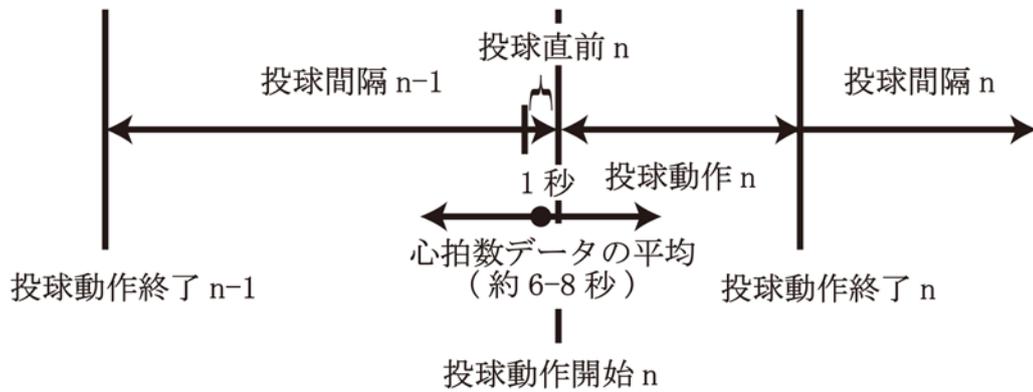


図 1-2. 試技の定義

投球動作は平均約 5 秒，投球間隔は平均約 16 秒程度である． n は n 番目の投球， $n-1$ は 1 球前の投球を示す． 心拍数データは投球直前の 1 秒が時間の中心となるようデータの時間的補正を行った．

2.2.3. 手続き

練習条件は、投球動作による心拍数の変化を観察するため行った。予備実験の結果、心拍数は投球後増加し、30秒以内に投球前と同程度に戻ること、試合時の投手の投球間隔は平均15秒程度であることが確認された。そして、本研究ではこれらの結果を基に、試合での様々な時間での投球間隔を想定し、練習条件において10秒、20秒、30秒、及び平均投球間隔より長い60秒の投球間隔を設けた。60秒条件を設けた理由は、試合条件において投球後の打球処理を想定し、投球後ホームベース方向へ約12mのダッシュを行うためである。しかしながら、60秒条件は、試合条件での投球直前心拍数をダッシュがある時とない時で比較したところ、有意な差がみられなかったため分析から除外した。ダッシュなし時の投球間隔を30秒だけでなく、10秒、20秒の条件を設けた理由は、投手の心拍数は投球後増加するが、増加した心拍数が投球前の心拍数と同程度に戻るとは、時間経過の要因によるものか、投手の心理的準備(次の投球を開始しようと気持ちを落ち着かせるなど)かが不明であったためである。投球数は、4条件(10秒、20秒、30秒、60秒)をランダムで各4回、16球を1セットとし、セット間に休憩をはさみ2セット、1日合計32球を投じた。また、運動時の心拍数の測定に関しては、Dill and Consolazio (1962) や Fink, Costill, and Vanhandel (1975) が気温の影響を受けることを指摘している。このため、本研究では、試合条件と比べ5℃以上の気温差がみられた練習条件データを削除した。

試合条件は紅白戦で行われた。監督は、部内の選手を競技レベルが均等となるように2チームに分けた。試合は、9回終了時に同点でも引き分けとする特別なルールが加えられた。各チームに所属するコーチ、キャプテンが試合の指揮をとり、選手には試合の緊張感を高めるために、この試合が直後に行われる地区リーグ公式戦のメンバー選考を兼ねていることが監督から告げられた。コーチ、キャプテン、及び投手には5回以上、もしくは100球以上投げない、待機している投手を全員登板させるという教示が与えられた。試合条件の分析では、牽制を行った試技や、直前の投球がない各回1球目の試技を分析対象外とした。また、試合条件のウォーミングアップ開始前には、実験参加者に対し安静時心拍数の測定を行った。

2.2.4. 緊張の程度を示す指標の算出方法

練習条件データは、10秒、20秒、30秒条件の各条件データを時系列上で実験参加者別に平均した。そして、各条件間の相関係数を算出し、試合条件と比較を行うための練習条件での心拍数データの検討を行った。条件間の相関係数が高い値を示した場合、各条件は類似した波形を示しており、運動負荷による心拍数は時間経過に伴い変化すると考えられる。このため、3つの条件で得られた時系列での心拍数データを平均化することにより、練習条件での1秒間隔での心拍数データを実験参加者別に作成することができる。

一方、3つの条件間の相関係数が低い場合、心拍数は運動負荷による増加後、次の投球に合わせ(心理的な準備により)心拍数が減少する(例えば、10秒条件の場合、投球動作終

了後運動負荷の影響により心拍数は増加し、10 秒後の投球に合わせ心拍数が減少する) と考えられる。この場合、試合中の投球間隔を記録し、最も秒数が近い 10 秒、20 秒、30 秒条件の心拍数データを実験参加者別に対応させることとする。

本研究で用いた、心拍変化量の算出方法を図 2-1 に示した。この図の通り、投球動作終了時点を試合条件と練習条件の同期開始時点とした。試合条件、練習条件の心拍数は、両条件とも投球動作終了時点以降、運動負荷の影響が心拍数となって表れるまでの遅延期間(停滞期)、運動負荷の影響が心拍数の増加となり現れる期間(上昇期)、心拍数の増加が最大に達した後、投球前の心拍数と同程度まで減少していく期間(下降期)がみられるという仮説を立てた。そして、これらの現象が確認された場合、試合条件から練習条件の心拍数を投球間隔で時間的に対応させ、減じた値(以下、心拍変化量とする)を、緊張の程度を示す指標とする心拍差分法は高い妥当性があると考えられる。

2.2.5. 統計処理

取得データは、解析ソフト (SPSS) を用い分析した。統計的有意差は、Friedman 検定、多重比較には Wilcoxon 検定を用いた。また、有意水準は 5%とした。

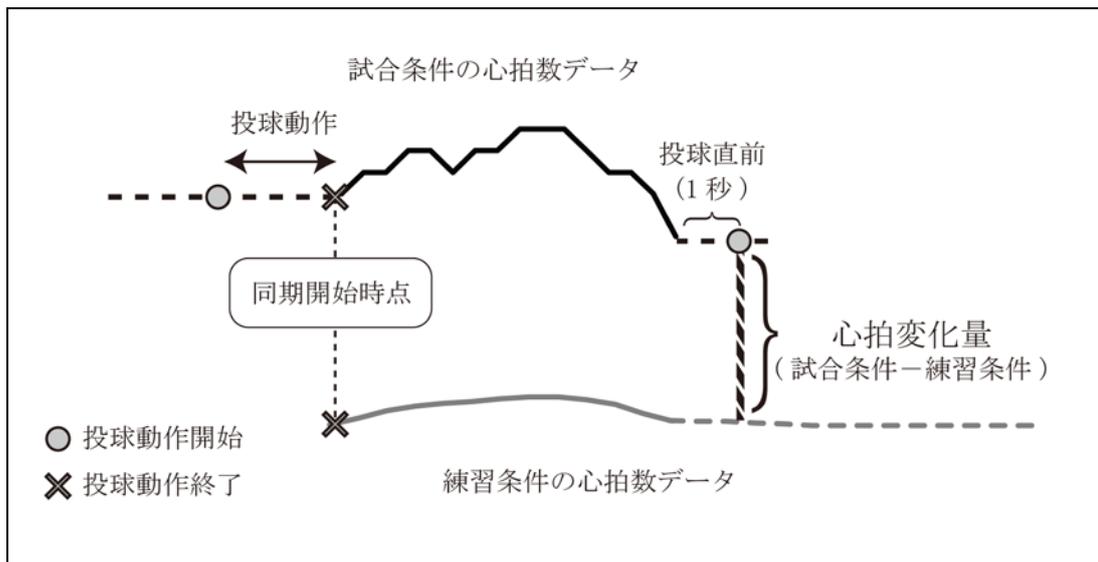


図 2-1. 心拍変化量の算出方法

投球動作終了時点を試合条件と、練習条件の心拍数データの同期開始時点とし、試合条件での次の投球直前心拍数から時間的に対応する練習条件の心拍数データを減じた値を心拍変化量とした。

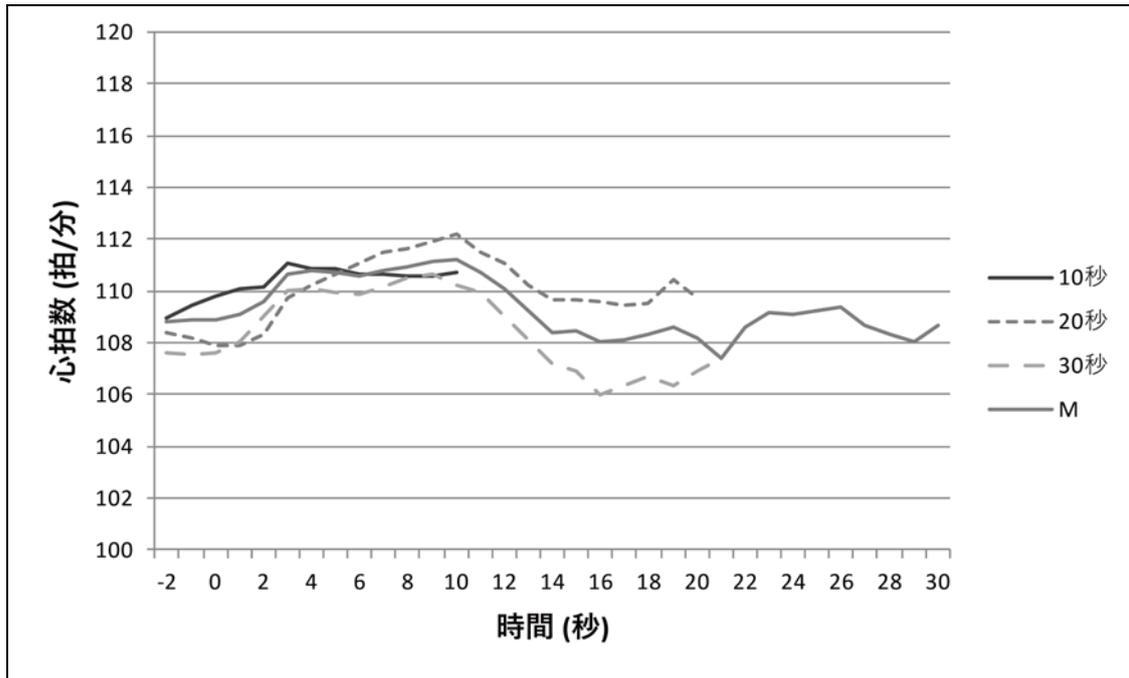


図 2-2. 投手 A の練習条件における，投球間隔毎での心拍数の時系列データ
 横軸の 0 秒は投球動作終了時点を表す．M は毎秒毎の平均値である．

2.3. 結果

練習条件では259球のデータが取得された。図2-2に練習条件における、投球間隔別の心拍数の時系列データの一例としてA投手のデータを示した。心拍数は、10秒、20秒、30秒条件全てにおいて、投球動作終了後に増加を始めた。表2-1に投手別の10-20秒条件、20-30秒条件、10-30秒条件間の相関係数を示した。この結果、各条件の平均値は、10-20秒条件が $r = .75$ 、20-30秒条件が $r = .79$ 、10-30秒条件が $r = .78$ 、と全ての条件間で高い値を示した。このため、3つの条件の心拍数データを投手毎に時系列上で平均化した。また、練習条件での投手別心拍数データを図2-3に示した。

分析対象データは試合条件で573球中318球(55.50%)を取得した。投球動作時間は試合条件で5.18(±1.08)秒、練習条件で平均5.28(±1.18)秒であり、試合条件での投球間隔は平均16.61(±3.54)秒であった。

安静条件、練習条件、試合条件での実験参加者の心拍数を表2-2に示した。参加者の安静条件での心拍数は平均73.25(±3.37)拍/分、練習条件での投球直前心拍数は平均120.85(±6.10)拍/分、試合条件での投球直前心拍数は平均152.00(±7.45)拍/分であった。本研究で用いた心拍計は16拍に要する時間から心拍数を算出するものであるため、投球直前心拍数は、練習条件が平均7.94秒、試合条件が平均6.40秒の間の心拍数データの平均値となった。また、投球直前心拍数データは、投球直前1秒を中心の時間とするために練習条件で4秒(7.94秒を2で割り、そこから最も近い整数値)、試合条件で3秒(6.40秒を2で割り、そこから最も近い整数値)の時間的補正を行った。安静条件、練習条件、試合条件での心拍数を比較した結果、 $W = 14.00$ 、 $p < .001$ 、 $n = 7$ となり有意差がみられた。この結果を踏まえ多重比較を行った結果、安静条件-練習条件間、安静条件-試合条件間、練習条件-試合条件間、全ての組み合わせで有意差($W = 7.00$ 、 $p = .008$ 、 $n = 7$)がみられた。

図2-4に練習条件、試合条件での全投手の平均心拍数データを示した。この図に示した通り、0-6秒程度で心拍数が増加を始め、9-12秒で最大に達し、20秒程度で投球前と同程度の値となった。このため、投球後の心拍数を時系列データから検討した場合、試合条件、練習条件共に、心拍数の停滞期、上昇期、下降期がみられたと考えられる。

心拍数データの最大値から投球直前心拍数を減じた値は、練習条件で平均4.38(±2.03)拍/分、試合条件で平均3.31(±1.38)拍/分となった。この結果、投球動作が投手の心拍数に与える影響は練習条件が2-6拍/分程度、試合条件が2-4拍/分程度の増加であることが明らかとなった。投球動作終了後20秒から投球直前心拍数を減じた値は、練習条件で0.40(±1.22)拍/分、試合条件で、-1.01(±3.24)拍/分であった。そして、投手の心拍数が投球後、投球直前心拍数と同程度となるためには、25秒程度の時間を要した。

実験条件毎の相関係数は、安静条件での心拍数と練習条件での投球直前心拍数の間が $r = .93$ $p = .003$ 、 $n = 7$ 、安静条件での心拍数と試合条件での投球直前心拍数の間が $r = .88$ 、 $p = .009$ 、 $n = 7$ 、練習条件での投球直前心拍数と試合条件での投球直前心拍数の間が $r = .89$ 、

$p = .003$, $n = 8$, と実験参加者内で高い相関がみられた.

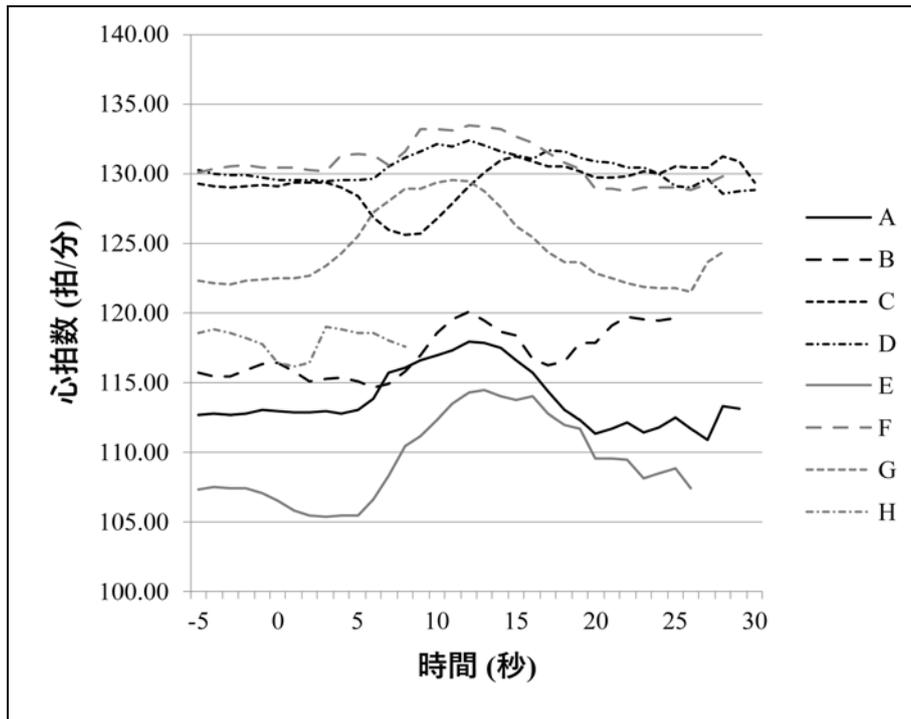


図 2-3. 練習条件における，投手(A-H)別の心拍数の時系列データ
横軸の 0 秒は投球動作終了時点を表す.

表 2-1. 投手 (A-I) 別, 条件間の相関係数

| | 10-20 | 10-30 | 20-30 |
|----|----------|----------|----------|
| A | 0.629 * | 0.530 | 0.596 ** |
| B | 0.490 | 0.623 * | 0.967 ** |
| C | 0.902 ** | 0.727 ** | 0.410 |
| D | 0.204 | 0.682 * | 0.673 ** |
| E | 0.945 ** | 0.941 ** | 0.965 ** |
| F | 0.770 ** | 0.891 ** | 0.975 ** |
| G | 0.932 ** | 0.918 ** | 0.958 ** |
| H | 0.979 ** | 0.914 ** | 0.818 ** |
| I | 0.943 ** | 0.921 ** | 0.652 ** |
| M | 0.755 | 0.794 | 0.779 |
| SD | 0.274 | 0.158 | 0.214 |

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

10-20 秒条件間, 10-30 秒条件間は投球動作終了時点より 10 秒, 20-30 秒条件間は投球動作終了時点より 20 秒までのデータを分析した.

表 2-2. 安静条件, 練習条件, 試合条件での平均心拍数

| 実験参加者 | 安静条件 | | 練習条件 | | | 試合条件 | | |
|-------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|
| | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>n</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>n</i> |
| A | 64.03 | 3.27 | 112.69 | 7.88 | 48 | 146.05 | 7.88 | 41 |
| B | - | - | 115.91 | 4.05 | 23 | 151.21 | 7.52 | 90 |
| C | 78.50 | 1.43 | 129.36 | 6.82 | 50 | 168.42 | 5.12 | 12 |
| D | 95.68 | 4.94 | 130.14 | 7.31 | 63 | 168.50 | 3.74 | 8 |
| E | 46.60 | 4.27 | 108.04 | 7.49 | 24 | 133.67 | 15.01 | 58 |
| F | 95.37 | 3.37 | 129.91 | 6.63 | 22 | 159.12 | 5.57 | 26 |
| G | 68.30 | 3.72 | 122.33 | 6.29 | 24 | 146.11 | 8.42 | 35 |
| H | 64.23 | 2.59 | 118.40 | 2.33 | 5 | 142.94 | 6.31 | 48 |
| 平均 | 73.25 | 3.37 | 120.85 | 6.10 | | 152.00 | 7.45 | |
| 合計 | | | | | 259 | | | 318 |

安静条件の心拍数データは 30 秒間の平均値, 標準偏差である.

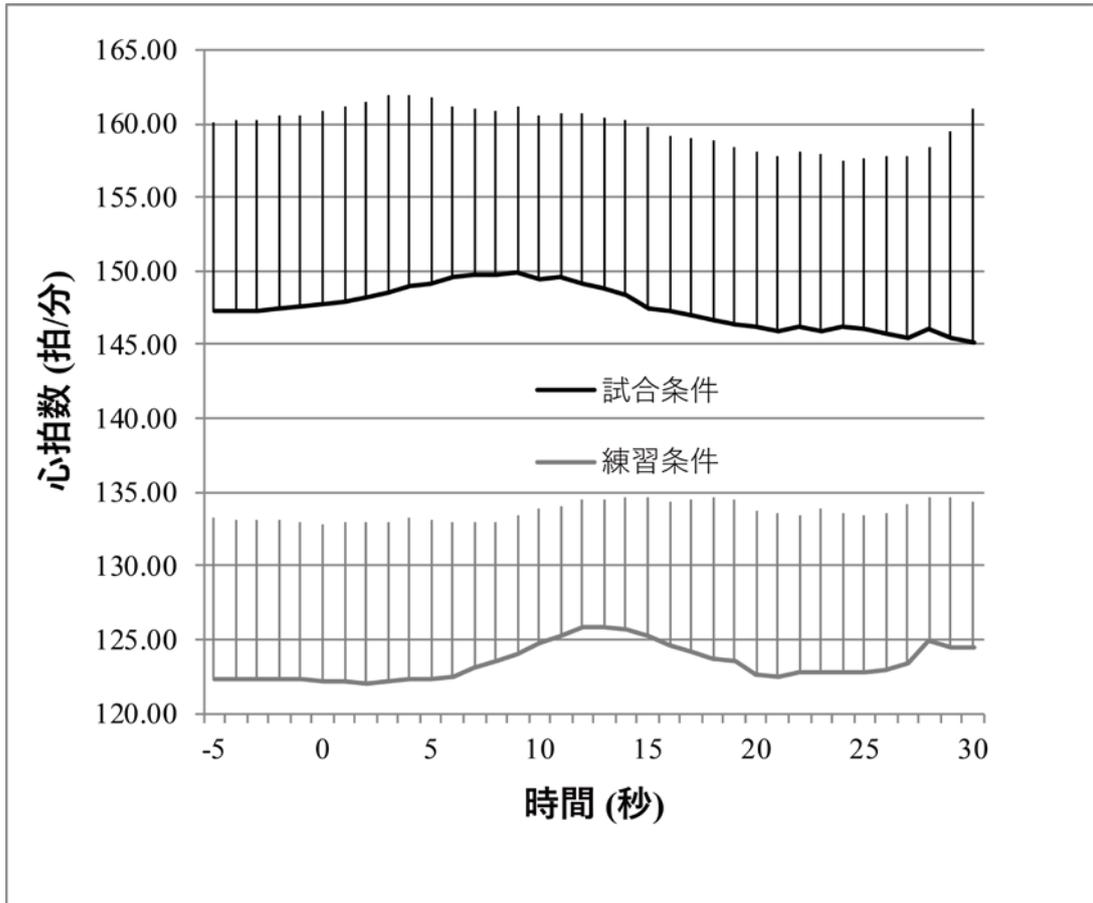


図 2-4. 練習条件，試合条件時心拍数データ

折れ線グラフが平均値，バーが標準偏差を示す。0秒が投球終了時点を示す。両条件の心拍数は0-6秒程度で増加を始め，9-12秒で最大に達した。

2.4. 考察

練習条件での心拍数は、10–20 秒条件、20–30 秒条件、10–30 秒条件と全ての条件間で $r > 0.7$ の高い値を示した。このため、3つの条件の心拍数データを投手毎に時系列上で平均化し、練習条件の心拍数データとする妥当性は高いと考えられる。また、運動負荷による心拍数の増加は、次の投球を開始する直前に、呼吸を整えることで投球前と同程度になるのではなく、時間経過に伴い変化することが明らかとなった。また、投球間隔は平均 16.61 (±3.54) 秒であり、投球直前心拍数の取得に必要な時間は平均 3.31 (±1.38) 拍/分であった。この結果から、投球直前心拍数は他の投球データと重複することなく 1 球毎に独立していたといえる。

投球後心拍数の時系列データには、試合条件、練習条件共に、心拍数の停滞期、上昇期、下降期がみられた。上昇期は投球による運動負荷の影響だと考えられる。図 2–5 に試合条件での個別データの記載を行った。個別で検討を行った場合も、全体の傾向と同じく停滞期、上昇期、下降期がみられた。しかしながら、図 2–3 に示した通り、練習条件においての投手 C は全体と異なる傾向を示した。試合条件の投手 G も 25–30 秒間で心拍数の上昇がみられるが、これは、元々心拍数の高い試技が残ったためだと考えられる。実験参加者内での心拍数の相関は安静時、練習時、試合時、全ての組み合わせで高い結果となった。この結果は、心拍数には個人差があり、試合時の心拍数の高低をそのままストレスの程度として扱うこと(例えば、180 拍/分は高いストレス状態であると解釈すること)への危険性を示唆している。このことから、心拍数を指標としたストレス実験で比較群を設けることは重要である。試合中のダッシュあり時となし時で心拍変化量に有意な差がみられなかったことは、ビデオと心拍数データを見る限り、ダッシュをした後の投手が投球間隔を長くとり、心拍数を適度なレベルに戻した後、次の投球を開始していたためだと考えられる。

心拍変化量は 318 球中 315 球 (99.06%) が正の値となった。このことから、試合条件は練習条件より高い心理的ストレスとなったと考えられる。尚、この結果は、アーチェリーを対象とし、練習条件と試合条件の比較を行った Miyamoto (1994) の先行研究と同様の結果であった。

以上、本研究で開発をした方法(心拍差分法)を用いて算出した心拍変化量は、全ての実験参加者の投球直前心拍数が、練習条件より試合条件で高くなったこと。練習条件、試合条件共に、停滞期、上昇期、下降期がみられること。8名中7名の実験参加者において同様の傾向が見られることから、心拍差分法の妥当性は高いと考えられる。

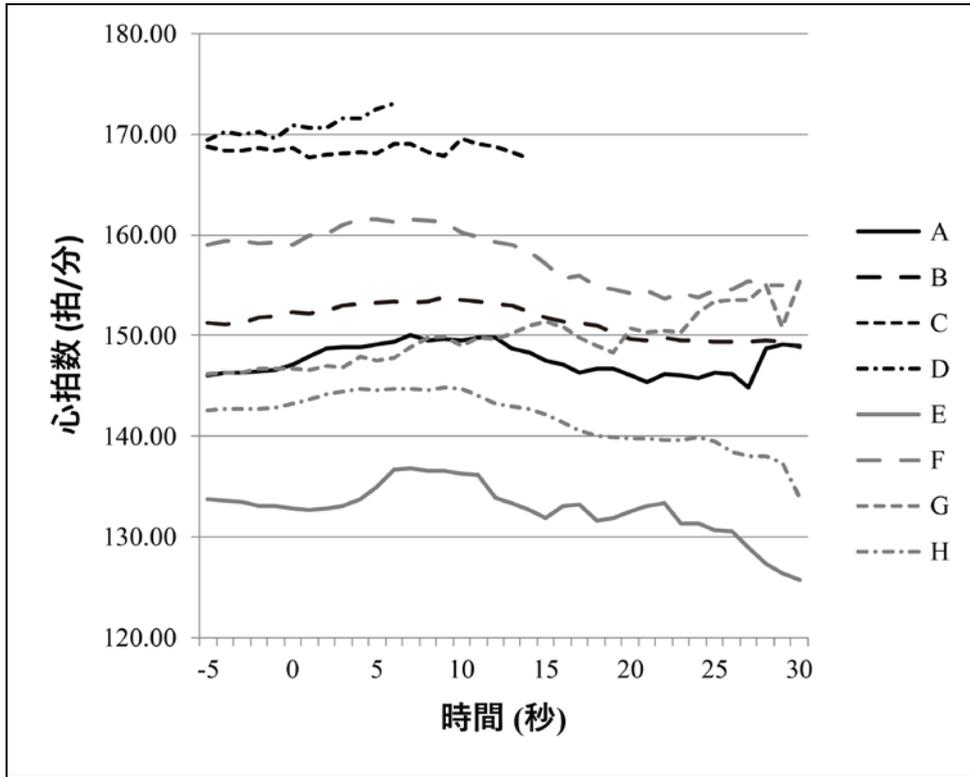


図 2-5. 試合条件における，投手(A-H)別の心拍数の時系列データ
横軸の 0 秒は投球動作終了時点を表す。

2.5. 要約

本研究は、練習と試合で測定した心拍数の差を心理的ストレスとし、緊張の程度を推定する方法を提案した。この結果、全ての実験参加者における試合条件での投球直前心拍数は練習条件での投球直前心拍数より高くなり、両者は高い相関 ($r = .89$) を示した。また、8名中7名の実験参加者に練習条件、試合条件共に、停滞期、上昇期、下降期がみられた。この結果から、この方法は心理的ストレスを抽出する方法として妥当であると考えられる。

第 3 章. 実験研究 2. 試合中の質問紙の妥当性の検討, 及び心理的指標と生理的指標の対応関係の検討

3. 1. 目的

本研究は 2 つの実験で構成されている。1 つ目の実験では、試合中に取得可能となるよう 1 項目で作成された質問紙の構成概念妥当性を検討する。このため、実験参加者は試合前、試合中、試合後に質問紙や自由記述での回答を行い、分析では、得られたデータ間の対応関係を検討した。2 つ目の実験では、1 項目の質問からなる質問紙と実験研究 1 で得られた心拍変化量データとの対応関係の検討を行った。対応関係の検討方法は、場面別での分析方法を用い、特定の試合状況別での心拍変化量を検討し、両指標の統計学的な対応関係を明らかにするものと、両指標の時間的な対応関係を検討するため、時系列データでの分析方法を用い、心拍変化量と質問紙の時系列での対応関係を明らかにするという 2 つの方法を用いた。

3. 2. 実験研究 2-1. 緊張に関する 1 項目質問紙の妥当性の検討

3. 2. 1. 方法

1) 研究対象

C 大学準硬式野球部に所属する男性投手 9 名(右投げ 7 名, 左投げ 2 名)を研究対象とした。投手の年齢は、平均 19.00 (±.87, 最小 = 18, 最大 = 20)歳であり、野球競技経験年数は 10.61 (±1.32)年であった。実験参加クラブは、前年度全国大会優勝、実験直後の地区リーグで優勝という競技レベルであった。実験参加者には実験に関する十分な説明を行い、同意書へは個別に同意を経た上で監督が実験参加者を代表し署名した。

2) 手続き

測定は 2 試合の紅白戦時に行った。対戦する 2 つのチームは、競技レベルが等しくなるよう監督、コーチによって選別された。選手には監督から「この紅白戦が直後に行われるリーグ戦登録選手の最終選考である」ことが告げられた。また、監督、コーチに対しては実験者から、実験参加者数を確保するため「5 回以上、もしくは 100 球以上投げさせない」という教示が与えられた。

実験参加者は、ウォーミングアップ開始前に STAI への記入を行い、十分なウォーミングアップを経た後、試合を行った。試合中は、自チームの攻撃時に直前の回について質問を行った。質問内容は、1 打者毎と、盗塁などによるランナーの位置の変化を記録した場合(以下、打席と略する)に主観的緊張度(1. 全く緊張していない - 5. とても緊張している)を調査した。また、主観的緊張度を想起するにあたり、投球時の記憶を鮮明化するため、回の何番目の打者であったか、相手打者の打順、ランナーの位置、アウトカウント、

打撃結果確定時のストライク(ボール)カウント, 両チームの得点状況の情報が適宜与えられた。そして, 試合終了後には, 試合全体を通しての主観的緊張度(1. 全く緊張していない - 5. とても緊張している)と, 試合中最も緊張した場面(以下, 最も緊張した場面と略す)を自由記述にて尋ねた。

3) 分析方法と統計処理

最も緊張した場面の集計は, アウトカウント, ランナーの位置, 打撃結果などから具体的な場面を特定できるものを分析対象とした。このため, 体調不良など試合場面を特定できない回答は分析対象外とした。解析ソフトは, SPSS16.0 で分析し, 群間の比較には Wilcoxon 検定を用いた。また, 有意水準は 5%とした。

3.2.2. 結果

2 試合を通し 187 場面から 185 回 (98.93%) の回答が得られた。表 3-1 に, 各実験参加者の試合中と試合後の主観的緊張度を示した。試合条件では, 両試合とも 7 名の投手が登板した。実験参加者の試合中の主観的緊張度は平均 1.77 (± 0.94) 点, STAI の状態不安得点は平均 37.83 (± 5.49) 点, 特性不安得点は平均 41.56 (± 6.63) 点, 試合後の主観的緊張度は平均 2.17 (± 0.94) 点であった。

試合中の主観的緊張度と試合後の主観的緊張度の間には, $r = .79 (p = .01)$ と高い相関がみられた。STAI と試合中の主観的緊張度の相関は, 試合中の主観的緊張度と状態不安間が $r = .42 (p = .25)$, 特性不安間で $r = -.03 (p = .93)$ であった。

表 3-1. 質問紙得点の平均と標準偏差

| 投手 | 状態不安 (点) | 特性不安 (点) | 試合中の緊張 (点) | | | 試合後の緊張 (点) | 心拍変化量 (拍/分) |
|-----------|-------------|-------------|------------|------|------|---------------|----------------|
| | | | 1試合目 | 2試合目 | 平均 | | |
| A | 41.5 | 47 | 2.07 | 1.26 | 1.64 | 3 | 32.62 |
| B | 33 | 45.5 | 1.12 | 1.00 | 1.05 | 2 | 31.92 |
| C | 39 | 45.5 | 2.47 | 2.00 | 2.14 | 2 | 39.39 |
| D | 36 | 44 | 登板なし | 3.60 | 3.60 | 4 | 37.24 |
| E | 36 | 31 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1 | 21.56 |
| F | 34 | 39 | 登板なし | 1.50 | 1.50 | 2 | 27.49 |
| G | 31 | 37 | 1.09 | 登板なし | 1.09 | 1 | 19.45 |
| H | 49 | 34 | 3.35 | 2.33 | 2.91 | 2.5 | 23.50 |
| I | 41 | 51 | 1.00 | 登板なし | 1.00 | 2 | 取得できず |
| <i>M</i> | 37.83 | 41.56 | 1.73 | 1.81 | 1.77 | 2.17 | 29.15 |
| <i>SD</i> | 5.49 | 6.63 | 0.92 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 11.89 |

表 3-2. 最も緊張した場面に関する自由記述の内容

| No | 投手 | 試合 | 最も緊張した場面 | 主観的緊張度との一致性 | 詳細 |
|----|----|----|----------------------------------|-------------|---|
| 1 | A | 1 | 四球を出した時 | 一致 | 四球を出した打者との対戦時が主観的緊張度の最大値となった |
| 2 | B | 1 | サヨナラのランナーが出たとき | 一致 | 該当場面が主観的緊張度の最大値となった |
| 3 | C | 1 | 四球を出した後の次の打者と対戦するとき | 一致 | 該当場面が主観的緊張度の最大値となった |
| 4 | E | 1 | 肩甲骨の違和感, 胃もたれ | 除外 | 特定場面なし |
| 5 | G | 1 | ランナーを出した時 | 一致 | ランナー有りの場面で主観的緊張度が最大値となった |
| 6 | H | 1 | 同点になった場面 | 不一致 | 主観的緊張度の最大値は同点となる打者との対戦時より前であった |
| 7 | I | 1 | 五回の無死 1.2 塁の場面 | 不一致 | 主観的緊張度の最大値は先頭打者との対戦時であった |
| 8 | A | 2 | 思ったように投げられてよかった | 除外 | 特定場面なし |
| 9 | B | 2 | 連打されたとき | 除外 | 主観的緊張度が全て同一値 |
| 10 | C | 2 | 盗塁死の後の打者に 3 ボールになったとき | 不一致 | 主観的緊張度の最大値は盗塁死前であった |
| 11 | D | 2 | 久しぶりの試合だったので, 初球がとてもプレッシャーを感じました | 一致 | 先頭打者投球時が主観的緊張度の最大値であった |
| 12 | E | 2 | 体調不良によるストレスを投球時に感じた | 除外 | 特定場面なし |
| 13 | F | 2 | 投げ方に違和感を感じ, それがずっと気になってしまっていたこと | 一致 | 違和感を感じた場面がビデオで確認でき, 該当場面の主観的緊張度が最大値であった |
| 14 | H | 2 | 最終回 | 一致 | 回別で主観的緊張度の平均値を検討すると, 最終回が最も高い値を示した. 図 3-1 参照のこと |

最も緊張した場面が試合中の主観的緊張度の最大値と一致していたかを表す。「除外」は分析から除外された項目である。

表 3-2 に、各投手の最も緊張した場面と試合中の主観的緊張度の最大値の一致性を示した。この表に示した通り、最も緊張した場面と試合中の主観的緊張度の最大値を示した場面は、10 ケース中 7 ケースで、(70.00%) で一致していた。試合中緊張した場面の主観的緊張度得点は、緊張した場面が平均 1.75(±0.92) 点、緊張していない場面が平均 2.67(±1.41) 点であり、2 群に対し Wilcoxon 検定を行った結果、 $W = 28.00$ ($p = .018$, $n = 8$) と有意差がみられた。

3.2.3. 考察

試合中の主観的緊張度と試合後の主観的緊張度には、高い相関がみられた。そして、試合中の主観的緊張度と最も緊張した場面は、10 ケース中 7 ケースで一致していた。更に、最も緊張した場面と比べ最も緊張したと答えた以外の場面では、試合中の主観的緊張度得点が有意に低かった。試合中-試合後の緊張した場面の一致という結果から、本研究で考案した 1 項目での質問紙は試合中の選手の緊張の程度を測定するための妥当性が高いと考えられる。また、不一致ケースを分析すると、不一致ケースの 3 ケース中 2 ケースで、緊張した場面として挙げられていたのは、登板中最後に高い主観的緊張度を回答した場面であった。例えば表 3-2 中のケース 6 では、緊張した場面を「同点になった時」と報告しているが、試合中、最も高い主観的緊張度を回答しているのは、同点になる前の無死ランナー 1、3 塁の場面である。このため、ここでは記憶の干渉(Jenkins & Dallenbach, 1924)が生じており、最も緊張した場面を選手に尋ねた場合、試合中、最後に強い緊張を感じた場面を報告している可能性がある。これは、一致ケース中、主観的緊張度の最大値が複数回みられたケース 2、ケース 11 においても同様であり、全 10 ケース中 8 ケースでこの事柄に該当した。

一方、状態不安、特性不安と試合中の主観的緊張度間に有意な相関関係はみられなかった。状態不安との相関が低い理由は、STAI 回答が試合前であるため、試合中ほどの緊張感が生じていなかったからであると考えられる。また、特性不安より状態不安の相関係数が高いことより、選手が元々持っている不安の特性よりも、試合という状況の方が高い緊張を与える可能性があると考えられる。

3.3. 実験研究 2-2. 心拍変化量と主観的緊張度の対応関係の検討

3.3.1. 方法

1) 心拍変化量の算出方法

実験研究 2-2 では、実験研究 1 で用いられた心拍変化量データと実験研究 2-1 で作成した試合中の緊張度の質問紙を対応させた。対応の方法は、特定の試合状況別での心拍変化量を算出する場面別での分析方法と、時系列データとして両指標を対応させる時系列データでの分析方法という 2 つの研究方法を用いた。実験参加者や心拍変化量の取得手続きは、

実験研究 1 と同様である。

2) 場面別での分析方法の分析方法

場面別での分析方法では、実験研究 2-1 で用いた試合中最も緊張した場面で、緊張したと回答を得た場面（以下、緊張した場面と略す）での心拍変化量と、それ以外の場面（以下、緊張した場面外と略す）での心拍変化量を比較することで検討を行った。分析方法は、心拍変化量の最大値が緊張した場面と一致するかの検討や、緊張した場面と緊張した場面外の心拍変化量に対し、Wilcoxon 検定を行うことで統計学的な差を検定した。

3) 時系列データでの分析方法の分析方法

時系列データでの分析方法では、心拍変化量データと試合中の緊張度データ、そして、最も緊張した場面に関する自由記述の 3 点が揃ったデータを分析対象事例とした。心拍変化量データと試合中の緊張度データの対応関係は、同時での対応と、時間差での対応を検討し、どちらの傾向もない場合、対応関係がないとする。同時での対応がある場合、“2 つの打席を比較し、緊張度が増加(または減少)すると、心拍変化量も最大値から 10%以上増加(または減少)する”という傾向がみられるものとする。時間差での対応がある場合“2 つの打席を比較し、緊張度が増加(または減少)すると、その 1-2 打席前後に心拍変化量も最大値から 10%以上の増加(または減少)する”という傾向がみられるものとする。

また、緊張した場面に関する自由記述と心拍変化量の対応を検討する際には、該当箇所、範囲を正確に再現するよう心拍変化量を求め直した。例えば「四球を出した時」という報告に対しては、四球判定後 10 秒間の平均心拍変化量を値として用いた。

尚、これらの指標を図示する場合は、緊張度の観測点を打席終了時(安打、アウトなどの結果が出た際)とした。従って、基本的に同一打者の打席内を一定値、打者が変わった場合(または、盗塁などでランナーの位置が変化した場合)次の観測値となり、図示する際には打席間を直線で結んだ。

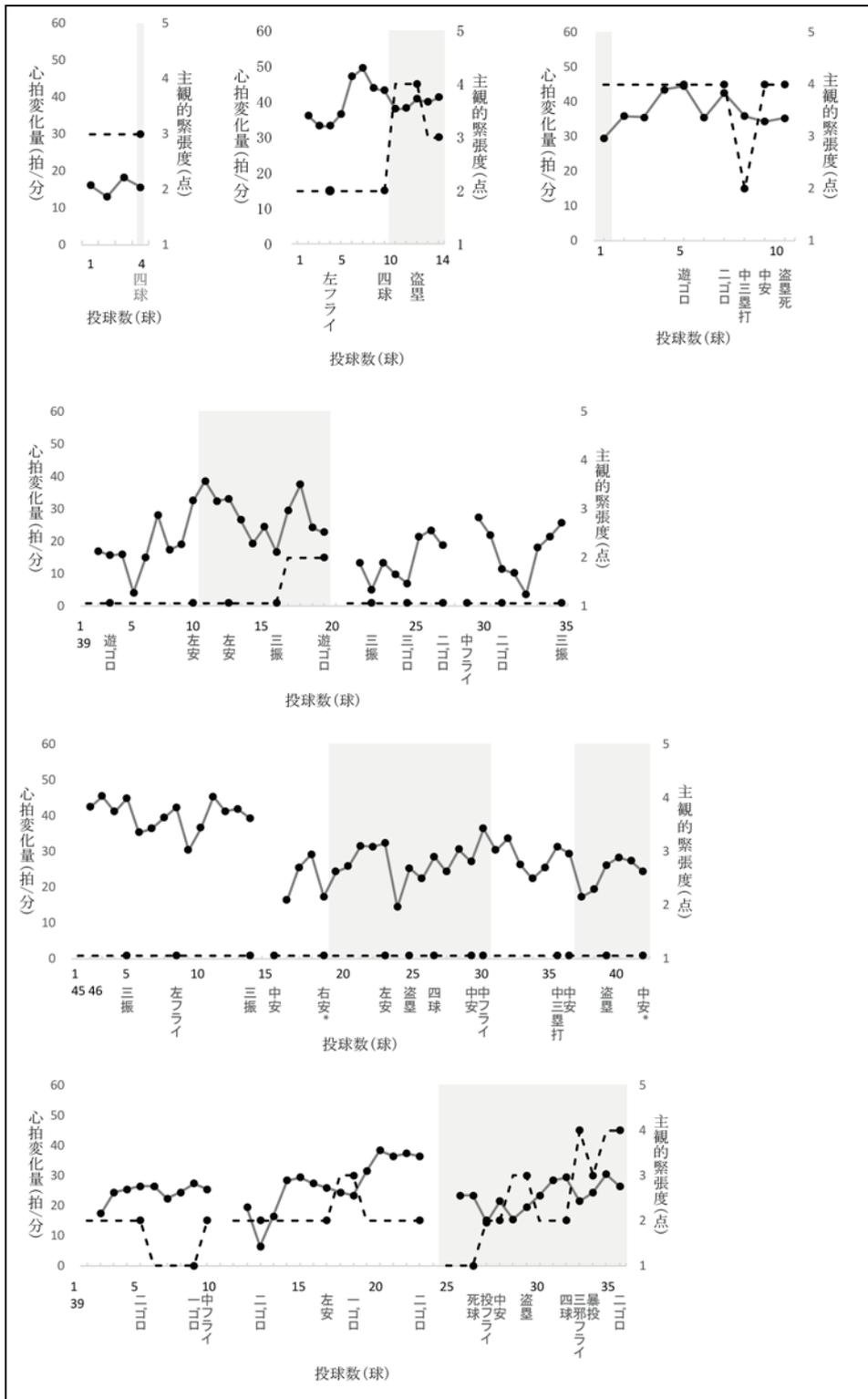


図 3-1. 各投手の心拍変化量と主観的緊張度の推移

実線は心拍変化量，破線は主観的緊張度を示した。主観的緊張度の観測点が，打席終了時(安打，アウトなどの結果が出た際)とした。従って，基本的に同一打者の打席内を一定

値，打者が変わった場合(または，盗塁などでランナーの位置が変化した場合)次の観測値となり，図示する際には打席間を直線で結んだ．また，横軸は投球数を示し，打撃の結果（安打，アウト，四球等）が生じた時点でそれを投球数の下に記載した．図中の背景色は，質問紙で取得した緊張した場面を示した．尚，A 投手のデータの終了が回の途中となっているのは，四球後の打者へ投球を行う前に心拍計がずれ，これ以降の投球でのデータ取得が不可能となったためである．C 投手のデータの終了が回の途中となっているのは，15 球目の投球を行う前に心拍計がずれ，これ以降の投球でのデータ取得が不可能となったためである．また，B 投手*付の打撃結果は安打を打たれたが走者がアウトになった試技である．

3.3.2. 結果

1) 場面別での分析方法での対応関係の検討

図 3-1 に、各投手の最も緊張した場面と心拍変化量、試合中の主観的緊張度の時系列データを示した。この図に示した通り、緊張した場面と心拍変化量の最大値は、6 ケース中 1 ケース (16.67%) で一致していた。心拍変化量は、緊張した場面が平均 29.51(±6.57) 点、緊張していない場面が平均 25.52(±8.70) 点であり、2 群間には有意差がみられなかった ($W = 5.00$ ($p = .50$, $n = 5$)). また、主観的緊張度と心拍変化量の相関係数は $r = .46$ ($p = 0.25$) であった。

2) 時系列データでの分析方法での対応関係の検討

試合中最も緊張した場面は、14 ケースが記述され、10 場面が試合状況として検討可能であった。このうち 4 場面は該当場面での心拍数データが取得できず、心拍変化量が算出不可であった。このため、6 つのケース (ケース 1「四球を出した時」、ケース 3「四球を出した後の次の打者と対戦するとき」、ケース 5「ランナーを出した時」、ケース 9「連打されたとき」、ケース 11「久しぶりの試合の初球」、ケース 14「最終回」) に対し質問紙と心拍変化量の対応関係の検討を行った。尚、ケース 13 は「違和感を感じた」場面を特定することが出来れば分析可能であるが「ずっと気になっていた」ため、分析対象外とした。

心拍変化量と主観的緊張度の対応関係を時系列データからみると、両者の値は、同時に変化したケースが 3 例、同時に変化しないケースが 12 例と、同時に増減したケースは 20.00% であった。同時に変化した 3 例は、D 投手の 7(二ゴロ) - 8 球目、G 投手の 17(三振) - 18 球目、H 投手の 37(暴投) - 38 球目であった。

次に時間差での対応関係を検討した。心拍変化量と主観的緊張度の時間差での対応関係は心拍変化量が 1-2 打席前に増減した場面では、6 つのケースを通して 13 回主観的緊張度の増加、減少を記録した。このうち、11 回 (84.62%) で心拍変化量の増加、減少がみられた。一方、1-2 打席後に増減した場面では、10 回中 5 回 (50.00%) で心拍変化量に増加、減少がみられた。

3.4. 考察

3.4.1. 心拍変化量と主観的緊張度の時系列データでの対応関係の検討

主観的緊張度と心拍変化量の対応関係は、同時に増減した場面が 16.67%、1-2 打席前に増減したケースが 84.62%、1-2 打席後に増減したケースが 50.00% であった。これらの結果は、心拍変化量と主観的緊張度が同時に推移するのではなく、時間差のある関係にあることを示唆する。また、時間差の中でも、主観的緊張度よりも心拍数が先に変化した場面が多くみられた。この結果から選手は、心拍数の増加を感じた後、それを緊張として認知していたと考えられる。

3.4.2. 心拍変化量の減少とパフォーマンス

事例検討では、6つのケースをまとめ共通性を検討した。以降、事例の個別検討を行う。ケース9のB投手は、実験参加チームの主力投手であったが、2試合目において3回9失点（失点の内訳は、7回0点、8回5点、9回、4点。尚、9回は心拍数データ取得できず）と実験日当日のパフォーマンスが低調であった。パフォーマンスと覚醒の関係を検討した逆U字仮説(Yerkes & Dodson, 1908)では、過度な高覚醒、過度な低覚醒がパフォーマンスを低下させると考えられている。

B投手の心拍変化量は7回より8回で有意に減少し、主観的緊張度は登板中の3回を通して全て1点であった。このことからB投手は過度な低覚醒の状態にあったのではないかと推察される。本研究では、何故B投手が過度な低覚醒状態であったかを検討することはできないが、今後は高覚醒とパフォーマンス低下だけでなく、低覚醒とパフォーマンス低下の検討を行い、対策を検討する必要があるのではないかと考える。

3.4.3. 試合中の主観的緊張度を全て1と回答した事例

また、B投手は試合中の主観的緊張度を2試合通して全て1点と回答したが、試合後の主観的緊張度はいずれも2点と回答している(表3-1)。この理由としては、試合中に緊張していることを認めたくないという思いや、9失点などの事後情報により記憶の干渉が生じている可能性が推察される。また、統計的有意差はないものの、全体平均を見ても試合後の主観的緊張度(2.17点)は試合中(1.77点)と比べ高い値を示しており、選手は試合中、主観的緊張度を抑えて回答している可能性が示唆される。

3.4.4. 失点確率と各指標の対応関係

ケース3のC投手は、四球後に盗塁を許している。これは、失点確率が少しずつ増加していく場面といえる。一般的に、失点確率(加藤・山崎, 2008)が高まるにつれ、投手の緊張度も高まるのではないかと推定できる。しかしながら、ケース3のC投手は、1死1塁(失点確率, 27.5%)から、1死2塁(失点確率, 41.5%)へと盗塁によって失点確率が増加する場面においても、主観的緊張度は4点から3点へと減少している。つまり、客観的指標である失点確率と緊張は必ずしも一致しないということが分かる。推定ではあるが、このことは、ランナー1塁の状況がランナー2塁と比べ走者の盗塁に注意を向ける必要があり、情報処理資源の不足(Mcleod, 1977)が起こるためだと考える。このため、盗塁に注意を払わなくてはならないランナー1塁のケースは、主観的緊張度が高くなる可能性が示唆された。

3.4.5. 緊張した場面と対応関係のある指標

本研究では緊張した場面に対し、主観的指標である試合中の緊張度と客観的指標である心拍変化量の対応関係の検討を行った。この結果、緊張した場面と試合中の緊張度の最大値は70%のケースで一致していた。一方、心拍変化量の最大値とは16.67%のケースで一致

していた。このため、緊張した場面と関係性が高いのは試合中の緊張度であると考えられる。この結果は、緊張した場面が主観的な指標であり、同じく主観的な指標である試合中の緊張度との親和性が高いためであると考えられる。

3.5 要約

本研究では、まず、緊張を測定するための1項目の質問紙の妥当性の検討を行った。次に、主観的緊張度と心拍変化量の対応関係を時系列データでの分析方法、場面別での分析方法から検討した。この結果、試合中の主観的緊張度と試合後の主観的緊張度の間には $r = .79 (p = .01)$ と高い相関がみられた。また、最も緊張した場面は、緊張した場面以外と比べ主観的緊張度の平均値が高くなった。このことから、主観的緊張度の質問紙の妥当性は高いと考えられる。主観的緊張度と心拍変化量の対応関係は、両指標を時系列データとして対応させた場合、指標間の時間的なずれを持つ対応関係が確認された。一方、最も緊張した場面に対する両指標の関係性は、主観的緊張度との間に対応関係がみられたが、心拍変化量との間に対応関係はみられなかった。

第4章. 実験研究3. 試合中の投手の緊張に影響を与える要因の抽出

4.1. 目的

本研究は、試合中の投手の緊張に影響を与える要因を統計学的検定から検討することを目的とした。実験研究1と同様、試合中でのデータを分析対象とし、野球の投手の心拍数や質問紙データを取得した。そして、分析1では、心拍変化量を従属変数、試合状況の要因を独立変数として重回帰分析を行った。次に、分析2では、分析1で得られたモデルの精度を高めるため、投手個々の要因を独立変数に追加し、モデルの再構成を行った。そして、分析3では、分析1で抽出された主観的緊張度と主観的勝率の要因に対し、試合状況が与える影響を検討した。

4.2. 分析1. 心拍変化量に影響を与える試合状況の抽出

4.2.1. 方法

1) 研究対象

実験参加者は、C大学準硬式野球部に所属する男性投手8名(右投げ7名, 左投げ1名)であった。投手は、2試合の無観客での紅白戦(試合条件)と1人あたり2-3回の投球練習(練習条件)を行った。

2) 測定指標・統計処理

本研究では、試合時の緊張に影響を与える可能性がある要因を2つの方法から選定した。1つ目は試合状況の要因である。選定基準としては、試合状況を客観的に数値化できる(即ち、スコアブックに記載できる)要因を対象とした。①ボールカウント、②ストライクカウント、③アウトカウント、④得点圏のランナーの有無(ランナーが2塁または3塁にいる場合を1, それ以外を0とする)、⑤得点差のデータがこの条件から選定された。2つ目が認知的評価の要因である。この要因は、投手に試合状況の認知を質問することで取得した。質問内容は5件法を用い、⑥主観的緊張度(1. 全く緊張していない-5. とても緊張している)、3件法を用い、⑦主観的勝率(自身のチームの勝率は、1. 0-33%, 2. 34-66%, 3. 67-100%)を尋ねた。この質問は、各回イニング終了直後に1打者、または、盗塁などによるランナーの位置の変化毎に対して行った。質問に対する回答として5件法と3件法を使い分けたのは、投手の回答の行い易さに配慮したためである。

そして、心拍変化量を従属変数、試合状況の要因(5変数)、認知的評価の要因(2変数)、合計7変数を独立変数としてステップワイズ法での重回帰分析を行った。尚、重回帰式は

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n$$

(yは従属変数, aは定数, bは各要因の偏回帰係数を示す.)

と示すことができる。また、心拍変化量に対する各変数の影響力は、平均0, 分散を1

に標準化した標準偏回帰係数の値を比較した。

4.2.2. 結果

心拍変化量は、平均 28.05(±11.22)拍/分であった。表 4-1 に独立変数の平均値と標準偏差、及び重回帰分析結果である単回帰係数(α)、標準偏回帰係数(β)、決定係数(R^2)を示した。この結果、ボールカウント($\beta = 0.190$)、主観的緊張度($\beta = 0.216$)、主観的勝率($\beta = -0.276$)が有意な変数として抽出された。つまり、試合状況の要因としてはボールカウントのみが心拍変化量に対し有意な影響を与え、他の変数の影響はみられなかった。しかしながら、決定係数は $R^2 = 0.13$ と低値であるため、モデル全体に対する更なる検討が必要とされた。

表 4-1. 心拍変化量に影響を与える試合状況，認知的評価の重回帰分析検討結果

| 独立変数名 | 平均 ±標準偏差 | 単回帰係数 (<i>r</i>) | 偏回帰係数 (<i>B</i>) | 標準偏回帰係数 (<i>β</i>) |
|---------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| ボール | 0.88±0.94 | 0.22 ** | 2.27 ** | 0.190 ** |
| ストライク | 0.83±0.78 | 0.11 * | | |
| アウト | 1.19±0.78 | -0.06 | | |
| 得点圏 | 0.32±0.47 | 0.15 ** | | |
| 得点差(点) | -0.77±3.12 | -0.14 * | | |
| 主観的緊張度 | 1.38±0.82 | 0.16 ** | 2.96 ** | 0.216 ** |
| 主観的勝率 (定数) | 1.99±0.78 | -0.23 ** | -4.00 ** 29.93 | -0.276 ** |
| | | | | $R^2 = .13$ |

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

心拍変化量は， $2.27 \times$ ボールカウント (0 から 3) + $2.96 \times$ 主観的緊張度 (1 から 5) - $4.00 \times$ 主観的勝率 (1 から 5) + 29.93(寄与率 13%)として説明することができる。

4.3. 分析2. 心拍変化量に影響を与える個人差の抽出

4.3.1. 方法

分析2では、分析1で得られた重回帰モデルに個人差の要因を加えモデルを再構成した。従属変数には心拍変化量、独立変数として分析1で抽出されたボールカウント、主観的緊張度、主観的勝率の3変数を強制投入し、投手8名(A, B, C, D, E, F, G, H)はダミー変数データを用い、ステップワイズ法にて重回帰分析を行った。尚、ダミー変数とは重回帰分析を行う際、名義尺度のデータを数量化する方法である。本研究では投球者データをダミー変数として扱うため、投手の人数に合わせ8つの説明変数を作成し、ある任意の投手が投球した場合を1、他の投手が投球を行った場合を0とし分析を行った。

4.3.2. 結果

重回帰分析の結果を表4-2に示す。この結果、ボールカウント($\beta = 0.104$)、主観的緊張度($\beta = 0.197$)、主観的勝率($\beta = 0.156$)のほか、個人差としてB($\beta = 0.547$)、C($\beta = 0.386$)、E($\beta = -0.253$)投手が有意な変数として抽出された。また、決定係数(R^2)は0.47であった。標準偏回帰係数は、試合状況の要因(ボールカウント)が0.104、認知的評価の要因が合計0.353、個人差の要因が絶対値化後平均0.395となり、投手の緊張には個人差の要因が最も影響を与えていた。

表 4-2. 試合状況, 認知的評価に個人差を加えた場合の重回帰分析結果

| 独立変数名 | 平均 ±標準偏差 | 単回帰係数 (<i>r</i>) | 偏回帰係数 (<i>B</i>) | 標準偏回帰係数 (β) |
|--------|-------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| ボール | 0.88±0.94 | 0.22 ** | 1.25 ** | 0.104 ** |
| 主観的緊張度 | 1.38±0.82 | 0.16 ** | 2.69 ** | 0.197 ** |
| 主観的勝率 | 1.99±0.78 | -0.23 ** | 2.26 ** | 0.156 ** |
| 投手 A | 31.52±7.87 | -0.08 | | |
| B | 32.43±7.72 | -0.25 ** | 12.48 ** | 0.547 ** |
| C | 40.05±4.93 | 0.40 ** | 14.69 ** | 0.386 ** |
| D | 38.44±4.27 | 0.22 ** | | |
| E | 23.43±15.77 | 0.11 ** | -7.42 ** | -0.253 ** |
| F | 27.96±5.30 | 0.42 ** | | |
| H | 20.20±9.13 | 0.18 ** | | |
| I | 25.51±6.54 | 0.35 ** | | |
| (定数) | | | 13.61 | |

$R^2 = .47$

** $p < 0.01$

4.4. 分析3. 主観的緊張度、主観的勝率に影響を与える試合状況の抽出

4.4.1. 方法

分析3では、分析2の重回帰モデルで抽出された主観的緊張、主観的勝率に影響を与える試合状況の抽出を行う。このため、主観的緊張度、主観的勝率を従属変数、③アウトカウント、④得点圏のランナーの有無、⑤得点差を独立変数として重回帰分析を行った。尚、①ボールカウント、②ストライクカウントを変数から除外した理由は、主観的緊張度、主観的勝率の回答を1打席毎に得たためである。

4.4.2. 結果

表4-3に主観的緊張度、主観的勝率を従属変数とした場合の重回帰分析結果を示した。この表の通り、重回帰分析の結果、主観的緊張度では、得点差($\beta = 0.370$)、得点圏のランナーの有無($\beta = 0.190$)が有意な変数として抽出された。一方、主観的勝率では、得点圏のランナーの有無($\beta = -0.381$)、アウトカウント($\beta = 0.183$)が有意な変数として抽出された。そして、分析1から分析3で行われた結果を概念図として図4-1に示した。

表 4-3. 主観的緊張度, 主観的勝率に影響を与える試合状況の要因を検討するための重回帰分析結果

| 独立変数 | 平均 ±標準偏差 | 主観的緊張 | | | 主観的勝率 | | |
|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | | 単回帰係数 (<i>r</i>) | 偏回帰係数 (<i>B</i>) | 標準偏回帰係数 (β) | 単回帰係数 (<i>r</i>) | 偏回帰係数 (<i>B</i>) | 標準偏回帰係数 (β) |
| 得点差 | 0.16±3.03 | 0.36 ** | 0.132 ** | 0.370 ** | 0.05 | | |
| 得点圏 | 0.37±0.48 | 0.17 ** | 0.425 ** | 0.190 ** | -0.34 ** | -0.832 ** | -0.381 ** |
| アウト (定数) | 1.03±0.84 | 0.06 | 1.480 | | 0.10 | 0.229 ** | 0.183 ** |
| | | | | $R^2 = .17$ | | 1.748 | $R^2 = .15$ |

** $p < 0.01$

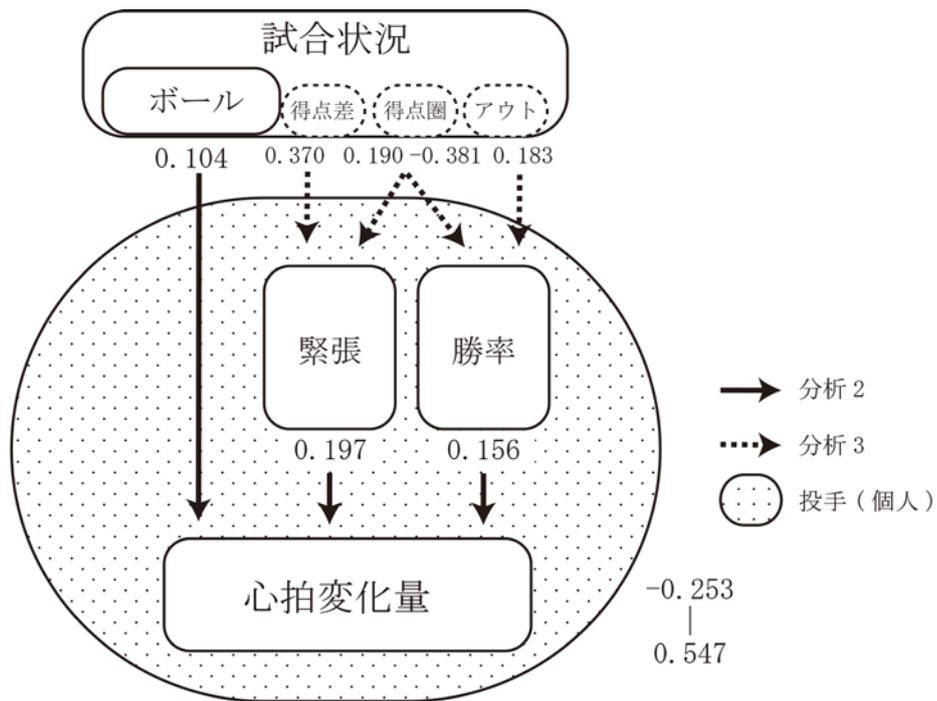


図4-1. 緊張の影響を与える要因の概念図

心拍変化量に影響を与える試合状況を抽出した。この結果，ボールカウントは直接的な影響を与え，得点差，得点圏のランナーの有無，アウトカウントは，主観的緊張度，主観的勝率を通し，間接的に影響を与えていた。また，図中に示す-0.253 から 0.547 の数値は，投手の個人差の影響力(β)を示す。

4.5. 実験研究 3 に関する総合的考察

4.5.1. 練習－試合条件の心拍数の差の検討

本研究では、練習条件と比較して試合条件での投球時に、心拍数が 30 拍/分程度増加した。これは、ゴルファーの練習時と試合時を比較した研究(Mckey, Sekig, Carlson, & Morris, 1997)や、ハンドボールゴールキーパーの練習試合と公式戦での心拍数を比較した研究(Soares, 1988)の 10 拍/分程度の増加を 20 拍/分程度上回る結果となった。本研究では、試合条件の心拍数から練習条件の心拍数を引いた値を緊張の程度としている。同様に、スピーチ時と安静時の心拍数の差を緊張の程度とした先行研究では、スピーチ時の心拍数が安静時と比べ 80 拍/分高くなったという報告がある(Moss & Wynar, 1970)。スピーチ課題を用いた実験では運動を行っていないが、緊張の要因だけで心拍数は 80 拍/分高くなっている。このため、試合中に緊張の要因のみで 30 拍/程度心拍数の増加がみられるという本研究の結果は、妥当性が高いと考えられる。

4.5.2. 心拍変化量に影響を与える要因の検討

試合状況の要因として抽出されたのは、ボールカウントであった。Lazarus(2000)は、ストレッサーによって生じる情動を、予測として捉える場合では挑戦と脅威、結果として捉える場合では利得と損失に分類している。この分類に本研究で用いられた変数を当てはめると、ストライクカウントの増加は成功(三振)に近づくための挑戦、ボールカウントの増加は失敗(四球)に近づくための脅威に相当すると考えられる。同様に、アウトカウントの増加はアウトという成功の結果であるため利得であり、被安打や失点は損失と考えられる。本研究で独立変数として用いられたストライクカウント、ボールカウント、アウトカウントのうち有意な変数として抽出されたのはボールカウントのみであった。このため、本研究状況では、脅威として認識されたストレッサーが、挑戦や利得と認識されたストレッサーと比べ緊張を高めたと考えられる。

認知的評価の要因としては、主観的緊張度と主観的勝率の標準偏回帰係数が有意となった。認知的評価の要因の 2 つの標準偏回帰係数の合計は、0.353 となり、これはボールカウントの 0.104 の 3.39 倍となる。つまり、試合時の緊張は、試合状況(ボールカウント)が自動的に作り出すのではなく、投手が様々な状況を認知、解釈した結果として発生すると考えられる。そして、このことは同時に、投手個々の試合状況に関する解釈の重要性を示している。これらのことから、投手がパフォーマンスを発揮するためには、投手個々が最もパフォーマンスが高くなる緊張の程度を知り、その上で緊張をコントロールするための認知的方略を身につける必要があると考えられる。例えば、Ellis(1958)や Seligman(1991)の ABC 理論(認知行動療法的一种である。出来事と感情の間には思考が存在しており、思考を変化させることで適切な感情へと変化させる手法)を用い主観的緊張度の再確認を行うことや、投球間隔をあげ、呼吸法(笹場・佐久間, 2014)やプレパフォーマンスルーティーン(永田・猪俣, 2008)を用いることで、意識を呼吸や所作に向け、試合状況の解釈を遮

断することも、試合状況に左右されず安定したパフォーマンスを発揮するために有効な手段であると推察される。

分析 2 では、分析 1 で行った試合状況と認知的評価のモデルに、個人の要因を追加しモデルの精度を高めた。この結果、決定係数は $R^2 = .13$ から $R^2 = .47$ に増加した。この結果からも、個人差の要因はモデルの精度を高めるために必要であると考えられる。本研究では、8 名中 3 名の投手の標準偏回帰係数が有意となった。また、個人差の標準偏回帰係数は 3 名の平均が 0.397 となり、これは、試合状況と認知的評価を合わせた 0.457 と同程度であった。このことから、心拍変化量には試合状況や認知的評価と個人差の与える影響が同程度であり、試合中を分析とした実験を行う場合には、個人差を考慮した検討が必要であると考えられる。

4.5.3. 個人差についての検討

前述したように、本研究では、心拍変化量に対し個人差の要因が高い影響を与えていた。ここでの個人にどのような差があったかは、様々な要因が考えられるが、本研究において個人差の正の影響が最も高い B 投手は、試合中 3 回を投げ 9 失点と相当に打ち込まれるという結果を残した投手であった。同様に正の値を示した C 投手も、打者 3 人に投げ先頭打者をアウトにした後、コントロールが定まらず 2 者連続で四球を出し交代を命じられている。一方、負の値を示した E 投手は、2 試合合計 6 回を投げて 0 失点と好成績を収めた。このように、B、C 投手の投球結果は(投球数が少ない A 投手を除く)他の投手と比べ悪い成績であり、E 投手の投球結果は良い成績であったといえる。このため、本研究の結果の中で個人差として算出されたものは、試合全体を通しての投球結果の良し悪しの影響が高いのではないかと考えられる。

4.6. 要約

本研究から以下の 3 点が明らかとなった。

1. 心拍変化量に影響を与える要因として、試合状況の要因からはボールカウント、認知的評価の要因からは主観的緊張度、主観的勝率が抽出された。
2. 主観的緊張度に対しては得点差と得点圏のランナーの有無、主観的勝率に対しては得点圏のランナーの有無と、アウトカウントが有意な変数として抽出された。
3. 投手個々には、心拍変化量に影響を与える個人差があり、8 名中 3 名は個人差の要因を考慮する必要があった。
4. 投手の緊張に高い影響を与えていたのは、特定の試合状況ではなく、試合状況に対する投手の認知的評価であった。

第5章. 総合的考察

5.1. 試合中に取得可能な生理的指標と、認知的評価について

本研究では、試合中に取得可能な指標の開発、及び妥当性の検討を行った。生理的指標としては心拍数を用い、試合時の心拍数から練習時の心拍数を減じた値を心拍変化量とし、客観的な緊張の程度を示す指標とした。実験研究1では、全ての実験参加者の平均心拍数が練習時より試合時で高くなり、投球後の心拍数の波形は練習時、試合時共に停滞期、上昇期、下降期がみられた。このことより心拍変化量の妥当性は高いと考えられる。また、安静時心拍数、平均練習時心拍数、平均試合時心拍数の相関係数は高い値を示し、試合中の心拍数には、生理的ストレスと心理的ストレスに加え、個人差が生じていることが明らかとなった。

認知的評価を検討するために作成した質問紙では、緊張度を質問項目として用い、構成概念妥当性の検討を行った。この結果、試合中の緊張度の平均値と、試合後の緊張度との相関係数は高い値を示した。このことより、試合中の平均的な緊張度は試合後の緊張度から推測ができる可能性が示唆された。また、最も緊張した場面に関する自由記述との対応関係の検討では、緊張度が最も緊張した場面以外の平均値と比べ、最も緊張した場面で有意に高くなった。これらのことより、試合中の緊張度に関する質問紙の構成概念妥当性は高いと考えられる。

以上のように、試合中の緊張を測定するための生理的指標と、認知的評価の指標の開発は成功したと考えられる。

5.2. 最も緊張した場面に対する主観的指標と客観的指標の対応関係

試合中の緊張度は2つの測定方法があり、心拍数は客観的な緊張度、試合中の緊張に関する質問は主観的な緊張度を測定している。本研究では2つの測定方法に対し、試合中最も緊張した場面との対応関係の検討を行った。この結果、最も緊張した場面と試合中の主観的緊張度に対応はみられるが、最も緊張した場面と心拍変化量には対応関係がみられなかった。つまり、試合後に選手が最も緊張したと答える場面で、必ずしも客観的緊張度が高くなるわけではなかった。

これらの結果は、田中・山本・関矢(2010)のプレッシャーを負荷した場合、心拍数の値は有意に増加したが、状態不安に有意な増加はみられなかったという先行研究と同様の結果であり、両指標の傾向は必ずしも一致するものではないと考えられる。また、最も緊張した場面は、試合中の緊張度と同様に、主観的なデータであることから、両者の関係性を深めたのではないかと推察できる。また、個人差は投手の登板成績の良し悪しであると考えられた。

5.3. 心拍変化量と試合中の緊張度の対応関係

実験研究2-2で述べたように、心拍変化量と緊張度の時系列データには時間差での対応

関係がみられた。この時間差は心拍数増加に気づくことで緊張度が増す、または、緊張度が増したと感じて心拍数が増加する関係であると考えられる。本研究では、緊張度の増加に先立って心拍数が増加する割合が高くみられた。例えば、Dutton and Aron(1974)が示した”吊り橋効果”では、揺れる吊り橋と安全な橋を渡り終えた男性被験者に対し、女性の実験者が簡易の実験を行い、その後、更なる実験への協力を依頼したところ、揺れる吊り橋を渡り終えた被験者の方が実験に協力的であったという結果を報告している。吊り橋効果では恐怖体験による心拍数の増加が、後の行動に影響を及ぼしたと考えられるが、このように人は、心拍数の増加に対して後付けて理由を考えているのではないかと推察する。

5.4. 試合中の緊張に影響を与える要因の抽出について

実験研究3で述べた通り、客観的な緊張の程度を示す心拍変化量に影響を与える要因として、試合状況の要因からはボールカウント、認知的評価の要因からは主観的緊張度、主観的勝率が抽出された。また、投手の個人差を変数として加えることで決定係数は $R^2 = .47$ となった。

第 6 章. 結論

本研究では、試合中の投手の緊張を総合的に検討するために、課題 1 として試合中の緊張の程度を測定する方法を生理的指標、認知的評価より考案し、その妥当性を検討した。この結果、両指標の妥当性は高く開発は成功したと考えられる。次に課題 2 として両指標を試合状況と合わせ、場面別一時系列データでの分析方法を用い検討を行った。この結果、場面別での分析方法を用いた検討では、試合中最も緊張した場面と試合中の緊張度には対応関係があることが明らかとなった。また、時系列データでの分析方法を用いた検討では、心拍変化量と試合中の緊張度には時間差での対応関係があることが示唆された。最後に課題 3 として行った客観的な緊張の程度を示す心拍変化量に影響を与える要因の検討では、試合状況の要因からはボールカウント、認知的評価の要因からは主観的緊張度、主観的勝率が抽出された。

文献

- Borg, G. A. (1962). *Physical performance and perceived exertion*. Lund: Gleerup, 1-64.
- Craft, L. L., Magyar, T. M., Becker, B. J., & Feltz, D. L. (2003). The relationship between the Competitive State Anxiety Inventory-2 and sport performance: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(1), 44-65.
- Dill, D. B., & Consolazio, C. (1962). Responses to exercise as related to age and environmental temperature. *Journal of Applied Physiology*, 17(4), 645-648.
- Dutton, D. G., & Aron, A. P. (1974). Some evidence for heightened sexual attraction under conditions of high anxiety. *Journal of Personality and Social Psychology*, 30, 510-517.
- Ellis, A. (1958). Rational psychotherapy. *The Journal of General Psychology*, 59(1), 35-49.
- Fink, W. J., Costill, D. L., & Vanhandel, P. J. (1975). Leg muscle metabolism during exercise in the heat and cold. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 34(3), 183-190.
- Hanson, D. (1967). Cardiac response to participation in little league baseball competition as determined by telemetry. *Research Quarterly*, 38(3), 384-388.
- 長谷川弓子・矢野円郁・小山哲・猪俣公宏(2011). プレッシャー下のゴルフパッティングパフォーマンス：不安の強度とパッティング距離の影響. *スポーツ心理学研究*, 38(2), 85-98.
- 市村操一(1965). スポーツにおけるあがりの特性の因子分析的研究 (I). *体育学研究*, 9(2), 18-22.
- Jenkins, J. G., & Dallenbach, K. M. (1924). Oblivescence during sleep and waking. *American Journal of Psychology*, 35, 605-612.
- 加藤英明・山崎尚志 (2008). *野球人の錯覚*. 東洋経済新報社: 東京.
- Konrath, S., Meier, B. P., & Bushman, B. J. (2014). Development and validation of the single item narcissism scale (SINS). *PLOS one*, 9(8), e103469.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer Publishing Company: New York.
- Lazarus, R. S. (2000). How emotions influence performance in competitive sports. *The Sport Psychologist*. 14(3), 229-252.
- Lindsey, G. R. (1963). An investigation of strategies in baseball. *Operations Research*, 11 (4), 477-501.
- McKay, J. M., Selig, S. E., Carlson, J. S., & Morris, T. (1997). Psychophysiological stress in elite golfers during practice and competition.

- Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 29(2), 55-61.
- Martens, R. (1977). *Sport competition anxiety test*. Champaign, Human Kinetics: England.
- 松田岩男・猪俣公宏・落合優・加賀秀夫・下山剛・杉原隆・藤田厚・伊藤静夫 (1982). スポーツ選手の心理的適性に関する研究-第三報-. 昭和56年度日本体育協会スポーツ科学研究報告. 日本体育協会: 東京.
- McLeod, P. (1977). A dual task response modality effect: Support for multiprocessor models of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29(4), 651-667.
- Mellalieu, S. D., Neil, R., Hanton, S., & Fletcher, D. (2009) Competition stress in sport performers: stressors experienced in the competition environment. *Journal of Sports Sciences*, 27(7), 729-744.
- Miyamoto, M. (1994) Changes of heart rate, somatic anxiety, and performance of Japanese archers during practice and matches. *The Japanese Journal of Experimental Social Psychology*, 33(3), 191-200.
- Moss, A. J., & Wynar, B. (1970) Tachycardia in house officers presenting cases at grand rounds. *Annals of Internal Medicine*, 72(2), 255-256.
- 村山孝之・田中美吏・関矢寛史 (2009). 「あがり」の発現機序の質的研究. *体育学研究*, 54(2), 263-277.
- 村山孝之・田中美吏・菅井若菜・関矢寛史(2007). 時間切迫が運動スキルの遂行に及ぼす影響. *体育学研究*, 52(6), 443-451.
- 永田直也・猪俣公宏. (2008). Preperformance Routine 研究の動向. *中京大学体育学論叢*, 49(2), 45-51.
- 中村賢治・埜田和史・北原照代・辻村裕次・西山勝夫 (2007). 精神的ストレスが僧帽筋内のヘモグロビン動態に及ぼす影響. *産業衛生学雑誌*, 49(6), 225-233.
- 小野寺孝一・宮下充正 (1976). 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: Rating of Perceived Exertion の観点から. *体育学研究*, 21(4), 191-203.
- 小塩真司 (2015). 心理テストは信用できるのか (特集 その心理学信じていいですか?). *心理学ワールド*, 68, 13-16.
- Salvador, A. A., Suay, F. F., González-Bono, E. E., & Serrano, M. A. (2003). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28(3), 364-375.
- 笹場育子・佐久間春夫 (2014). トップアスリートを対象とした心理サポートにおける呼吸法習得時の即時バイオフィードバックの有効性: メンタルトレーニングの効果を双方向から評価する試み. *バイオフィードバック研究*, 41(1), 27-36.
- Seligman, M. E. (1991). *Learned optimism*. Knopf: New York.

- Simonson, E., Baker, C., Burns, N., Keiper, C., Schmitt, O. H., & Stackhouse, S. (1968). Cardiovascular stress (electrocardiographic changes) produced by driving an automobile. *American Heart Journal*, 75(1), 125-135.
- Soares, J. (1988). Telemetrical study of the handball goal-keeper's heart rate during official and non-official competitions in the attack and defense phases. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28(3), 220-223.
- Spielberger, C. D. (1966). *Anxiety and behavior*. Academic Press: New York.
- Stockholm, A. A., & Morris, H. H. (1969). A baseball pitcher's heart rate during actual competition. *Research Quarterly*, 40(3), 645-649.
- Szabo, A. A., Peronnet, F. F., Frenkl, R. R., & Farkas, A. A. (1994). Blood pressure and heart rate reactivity to mental strain in adolescent judo athletes. *Physiology and Behavior*, 56(2), 219-224.
- Taggart, P., Gibbons, D., & Somerville, W. (1969). Some effects of motor car driving on the normal and abnormal heart. *British Heart Journal*, 31(3), 386-387.
- Taggart, P., & Gibbons, D. (1967). Motor-car driving and the heart rate. *British Medical Journal*, 1(5537), 411-412.
- 田中美吏・関矢寛史 (2007). ゴルフ競技におけるポジティブおよびネガティブ感情とパフォーマンスの関係. *人間科学研究*, 2, 93-99.
- 田中美吏・山本剛裕・関矢寛史 (2010). プレッシャーがボールバウンド課題に及ぼす影響. *人間工学*, 46(2), 102-110.
- 田中美吏・瓜本健助・村山孝之・関矢寛史 (2009). プレッシャーが全身協応運動に及ぼす影響. *スポーツ心理学研究*, 36(2), 103-114.
- 徳永幹雄・橋本公雄・瀧豊樹・磯貝浩久 (1999). 試合中の心理状態の診断法とその有効性. *健康科学*, 21, 41-51.
- 徳永幹雄 (2001). スポーツ選手に対する心理的競技能力の評価尺度の開発とシステム化. *体育学研究*, 46(1), 1-17.
- 矢島潤平・尾形尚子・河野愛生 (2010). メンタルストレステストによる心臓血管系反応と主観的ストレス反応との関連性. *別府大学大学院紀要*, 12, 31-39.
- 山地啓司. (2013). *こころとからだを知る心拍数*. 杏林書院: 東京.
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit - formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18(5), 459-482.

謝辞

Lindsey 先生の研究を読み眠れない一夜を過ごした後、自分もこの世界に何か 1 つ痕跡を残したいと考えるようになった。本研究もこの想いの延長線上で行うことが出来たものである。しかし、実際、論文が完成するまでには想像していたよりも遥かに多くの時間を必要とした。まずは Lindsey 先生に改めて敬愛の気持ちを示したい。次にご指導いただいた主査である山田憲政教授、退官された猪俣公宏名誉教授、副査である家田重晴教授、坂本龍雄教授にお礼を申し上げたい。また、あらゆる面でサポートを受けた高田正義先生、東山明子先生に格別のお礼を申し上げたい。

この研究は先人の力を借りて行うことが出来たものである。引用した文献の中でも特に山路啓司先生、宮本正一先生にお礼を申し上げたい。私自身、研究は伝えたい人間が居てはじめて成立するものだと考えている。この論文を見ていただけているあなたはきっと私が伝えたい人だと思う。感謝を申し上げたい。

研鑽の日々に向かう中で、研究は研究をしている時間だけで成立するものではないことを知った。研究に向かう気持ちを支えてくれた勝股隼人くん、岡本直樹くんをはじめとするフットサルチームのみんなにも感謝を述べたい。また、高木仏壇店のみんなや高森のおじいちゃん、おばあちゃん、家族にも論文が完成したことを伝えたい。研究室の先輩である草薙健太さん、後輩である斉藤希望花さん、伊達愛美さんにもお礼を伝えたい。やっと出来たと。

最後に書ききれなかった人たちにはこの論文を直接渡すことで感謝の気持ちを示したい。

待っててくれると嬉しいな。

薄暗い秋に