

スポーツ科学研究, 5, 224-234, 2008 年

## 野球選手における投球スピードと年齢との関係

### Relationship between throwing speed and chronological age in baseball players

勝亦 陽一<sup>1)</sup>, 金久 博昭<sup>2)</sup>, 川上 泰雄<sup>3)</sup>, 福永 哲夫<sup>4)</sup>  
Yoichi Katsumata<sup>1)</sup>, Hiroaki Kanehisa<sup>2)</sup>, Yasuo Kawakami<sup>3)</sup>, Tetsuo Fukunaga<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科

<sup>2)</sup> 東京大学大学院総合文化研究科生命環境科学系

<sup>3)</sup> 早稲田大学スポーツ科学学術院

<sup>4)</sup> 鹿屋体育大学

<sup>1)</sup> Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

<sup>2)</sup> Department of Life Sciences (Sports Sciences), University of Tokyo

<sup>3)</sup> Faculty of Sport Sciences, Waseda University

<sup>4)</sup> National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

キーワード: 野球, 投球スピード, 年齢, 競技経験

Key Words: baseball, throwing speed, chronological age, training experiences

#### 抄録

本研究は、横断的および縦断的調査結果に基づき、野球競技選手における投球スピードと年齢との関係を明らかにすることを目的とした。対象は、横断的調査では、7歳から24歳の野球部に所属する野球競技選手(319名)および野球を競技として経験したことのない96名を対象とした。横断的調査で対象とした野球競技選手319名のうち114名について1回目の測定から1年の間隔を空け計2回の測定を行った(縦断的調査)。投球スピードはスピードガンにより測定した。その結果、野球競技経験の有無に関わらず、7-18歳の間年齢経過に伴い投球スピードは増加し、投球スピードの年間変化量は、13歳前後において最大に達した。しかしながら、投球エネルギー( $1/2 \times \text{ボールの質量(kg)} \times \text{投球スピード(m/s)}^2$ )の年間変化量は、10-15歳の野球競技選手が、未経験者よりも高い傾向にあった。また、投球スピードにおける野球競技選手と未経験者との差は、12歳以上において有意であった。これらの結果は、発育期における投球スピードの発達に、野球競技経験の有無が影響を及ぼすことを示しており、選手およびコーチにとって重要な知見と考えられる。

スポーツ科学研究, 5, 224-234, 2008年, 受付日: 2008年10月4日, 受理日: 2008年12月2日

連絡先: 勝亦陽一 〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島2-579-15 TEL&FAX: 042-947-6932

E-mail: [kats.yo1@fuji.waseda.jp](mailto:kats.yo1@fuji.waseda.jp)

## I. 緒言

投球されたボールのスピード(以下、投球スピードとする)が、どのような年齢変化を示すのかは、野球競技を行う選手およびコーチにとって直接的な課題である。これまでに、発育期の野球競技選手(角田ら2003、Fleisigら1999)または野球を競技として行ったことのない未経験者(関根ら1999)を対象とした研究から、年齢経過に伴い投球スピードが増加することが明らかになっている。一般に、発育に伴うスポーツパフォーマンスの向上は、発育に伴う身体サイズや骨格筋量の増加が関与している。しかしながら、オーバーハンドの投球動作は、人間のみ可能であり、歩および走動作行と比較し、後天的に学習される部分が多い(桜井1992)。また、投球動作の改善を目的とした練習の効果は、発育期に著しい(奥野ら1989)。以上の知見を考慮に入れると、投球スピードと年齢との関係は、競技経験の有無によって異なる可能性があるといえる。しかし、両者の関係における先行研究において、発育期の野球選手を対象としたものは少なく、また、未経験者を含めて発育および練習の各影響について検討した例はない。

角田ら(2003)に代表される横断的調査は、投球スピードと年齢との関係における一般的傾向を明らかにできる点で有効である。しかしながら、年齢経過に伴う投球スピードの増加、およびその個人差を詳細に検討するためには、その方法に加えて同一の選手を縦断的に調査する必要がある。

そこで本研究は、1)野球競技選手および野球を競技として経験したことのない男子(以下、未経験者とする)を対象に投球スピードと年齢との関係を横断的に調査すること、および、2)野球競技選手を対象に投球スピードと年齢との関係を縦断的に調査することにより、野球競技選手における投球スピードと年齢との関係を明らかにすることを目的とした。

## II. 方法

### 1. 被検者

横断的調査では、7歳から24歳の野球競技選手(319名(投手60名、捕手17名、内・外野手242名)および未経験者96名を対象とした。なお、本研究では、各野球連盟に加盟しているチームに所属し、競技を開始してから測定日までの期間が0.5年以上経過している者を「野球競技選手」とした。7-11歳の野球競技選手は、軟式球を使用する連盟に、16歳以上の野球競技選手は硬式球を使用する連盟に、それぞれ所属する選手であった。12-15歳の野球競技選手は、軟式球を使用する連盟に所属する者と硬式野球連盟に所属する者が混在した。

縦断的調査では、横断的調査で対象とした野球競技選手319名のうち114名(投手17名、捕手8名、内・外野手89名)を対象に1年間の間隔を置き、2回(1回目:2005年11月~2007年3月、2回目:2006年11月~2008年3月)の測定を行った。

横断的調査および縦断的調査ともに、年齢を基準として、被検者を7群(7-9歳、10-11歳、12-13歳、14-15歳、16-18歳、19-20歳、21-24歳)に分けた。各群の被検者数、年齢および身体特性を、**表1**(横断的調査)および**表2**(縦断的調査)に示した。7-18歳の野球競技選手には、競技団体に所属してから測定日までの期間(競技年数)を調査した(**表1**および**表2**)。また、19歳以上の野球競技選手には、競技年数に関する詳細な調査を行わなかったが、6年以上にわたり競技を行っていることを口頭により確認した。なお、身長および体重について、二元配置の分散分析(年齢群×競技経験の有無)を行ったが、交互作用および競技経験の有無による主効果は認められなかった。

本研究は、早稲田大学スポーツ科学学術院研究倫理委員会の承認を得た。実験に先立ち、

被検者に対して本研究の目的および実験への参加に伴う危険性についての十分な説明を行い、実験参加の同意を得た。また、18 歳未満の被検者については、被検者本人に加え保護者に対しても実験の説明を行った上で、実験参加の同意を得た。

表1 被検者の年齢、競技年数、身長、体重、投球スピードおよび投球エネルギーの値(横断的調査)

	群	野球競技選手					未経験者				
		N	平均値	標準偏差	最小値	最大値	N	平均値	標準偏差	最小値	最大値
年齢(歳)	7- 9歳	20	8.8	0.8	7.1	9.8	7	7.4	0.8	7.0	9.0
	10-11歳	14	11.1	0.5	10.1	11.8	13	10.5	0.5	10.0	11.0
	12-13歳	59	13.2	0.4	12.4	13.9	25	12.9	0.6	12.0	13.8
	14-15歳	72	15.0	0.6	14.0	15.9	9	14.7	0.3	14.4	15.0
	16-18歳	58	16.9	0.8	16.0	18.9	11	16.5	0.7	16.0	18.0
	19-20歳	47	20.1	0.5	19.2	20.9	13	19.6	0.7	19.0	20.8
	21-24歳	50	21.8	0.6	21.0	23.8	18	21.7	1.0	21.0	24.0
競技年数(年)	7- 9歳	20	1.1	0.8	0.5	4.0					
	10-11歳	14	3.0	1.8	1.0	7.0					
	12-13歳	59	3.4	2.1	0.5	8.8					
	14-15歳	72	5.3	2.0	1.0	9.8					
	16-18歳	58	7.5	1.7	3.8	10.5					
	19-20歳	47	-	-	-	-					
	21-24歳	50	-	-	-	-					
身長(cm)	7- 9歳	20	129.3	8.9	114.0	144.3	7	117.6	10.9	102.0	129.0
	10-11歳	14	141.1	9.5	127.4	164.7	13	141.6	6.0	130.4	150.8
	12-13歳	59	158.1	7.2	142.5	173.0	25	157.3	9.4	140.2	167.8
	14-15歳	72	166.0	6.6	151.0	182.4	9	169.5	5.7	157.1	177.4
	16-18歳	58	170.6	5.4	158.2	186.6	11	170.9	5.6	160.0	178.0
	19-20歳	47	173.1	5.3	154.5	183.4	13	174.1	5.3	165.0	183.1
	21-24歳	50	174.6	4.7	161.1	183.5	18	176.3	5.0	168.0	183.5
体重(kg)	7- 9歳	20	30.1	7.4	22.0	47.9	7	25.2	4.5	18.0	32.2
	10-11歳	14	38.3	7.4	27.0	56.4	13	35.6	5.6	26.0	43.7
	12-13歳	59	49.2	7.6	33.7	79.4	25	45.1	7.6	31.7	55.7
	14-15歳	72	57.0	7.4	40.2	79.2	9	56.4	6.6	43.7	69.7
	16-18歳	58	64.3	7.6	52.2	85.7	11	62.5	8.5	52.6	84.0
	19-20歳	47	72.1	5.7	60.1	85.2	13	65.5	6.2	58.0	75.4
	21-24歳	50	74.2	6.5	58.6	87.0	18	69.4	7.3	57.7	84.0
投球スピード(m/s)	7- 9歳	20	17.5	2.1	13.3	20.6	7	13.6	2.9	8.9	16.7
	10-11歳	14	21.5	3.0	17.5	28.3	13	17.1	2.6	13.6	22.5
	12-13歳	58	25.1	2.9	19.4	31.1	25	19.5	4.3	12.2	27.5
	14-15歳	72	29.1	2.3	23.9	34.2	9	21.8	5.5	15.3	28.1
	16-18歳	58	30.6	2.8	24.4	35.3	11	24.4	4.0	16.9	29.2
	19-20歳	47	33.7	2.0	30.6	37.8	13	26.3	2.6	20.3	30.3
	21-24歳	50	33.5	2.2	27.8	37.5	18	27.5	2.1	23.3	29.7
投球エネルギー(J)	7- 9歳	20	20	5	18	22	7	12	5	8	17
	10-11歳	14	30	9	25	35	13	19	6	15	23
	12-13歳	58	46	11	44	49	25	29	12	24	34
	14-15歳	72	62	10	59	64	9	36	18	23	50
	16-18歳	58	68	12	65	71	11	44	13	35	53
	19-20歳	47	82	10	79	85	13	51	10	45	56
	21-24歳	50	82	11	79	85	18	55	8	51	59

19 歳以上の野球競技選手には競技年数に関する詳細な調査を実施しなかったが、競技年数が 6 年以上であることを口頭で確認した

表 2 被検者の年齢、競技年数、身長、体重、投球スピードおよび投球エネルギー(縦断的調査)

	群	N	1回目				2回目				
			平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値	
年齢(歳)	7-9歳	6	9.3	0.6	8.4	9.8	10.3	0.6	9.4	10.8	※
	10-11歳	8	10.9	0.5	10.1	11.8	11.9	0.5	11.1	12.8	※
	12-13歳	26	13.1	0.3	12.4	13.8	14.1	0.3	13.5	14.8	※
	14-15歳	14	15.0	0.8	14.0	15.9	16.0	0.8	15.1	17.0	※
	16-18歳	23	16.3	0.3	16.0	17.3	17.4	0.3	17.1	18.4	※
	19-20歳	14	20.6	0.3	19.9	20.9	21.4	0.3	20.7	21.8	※
	21-24歳	23	21.8	0.5	21.2	23.6	22.7	0.5	22.1	24.5	※
競技年数(年)	7-9歳		1.3	0.4	0.8	2.0	2.3	0.4	1.8	3.0	※
	10-11歳		3.0	1.7	1.0	5.0	4.0	1.7	2.0	6.0	※
	12-13歳		2.8	2.1	0.5	6.6	3.9	2.1	1.6	7.6	※
	14-15歳		5.6	2.4	1.4	8.6	6.7	2.4	2.5	9.7	※
	16-18歳		7.9	1.1	5.8	10.3	9.0	1.1	6.9	11.4	※
	19-20歳		-	-	-	-	-	-	-	-	
	21-24歳		-	-	-	-	-	-	-	-	
身長(cm)	7-9歳	6	131.9	7.4	121.0	139.6	137.5	7.2	127.6	145.8	※
	10-11歳	8	140.4	7.5	133.6	156.3	147.1	9.2	138.5	165.1	※
	12-13歳	26	157.1	7.8	142.5	169.8	162.8	6.4	150.0	173.6	※
	14-15歳	14	166.6	6.4	152.8	177.2	168.9	5.1	160.8	178.5	※
	16-18歳	23	170.6	4.6	162.0	180.9	171.6	4.3	164.6	182.0	※
	19-20歳	14	172.7	5.0	165.4	178.5	172.7	4.9	165.2	178.5	
	21-24歳	23	174.6	4.1	165.1	183.3	174.6	4.2	165.3	183.3	
体重(kg)	7-9歳	6	32.1	6.5	23.8	39.7	36.5	9.1	25.5	49.0	※
	10-11歳	8	35.9	3.3	31.7	41.2	40.4	4.1	35.2	47.5	※
	12-13歳	26	49.2	9.8	33.7	79.4	54.6	9.2	38.6	80.9	※
	14-15歳	14	57.1	9.3	41.3	79.2	59.2	6.2	50.3	73.6	
	16-18歳	23	65.3	8.0	56.6	85.2	66.0	7.6	55.6	81.9	
	19-20歳	14	71.9	6.6	60.1	83.8	73.7	8.3	60.1	87.4	※
	21-24歳	23	73.8	6.2	64.8	85.8	74.2	6.4	62.8	85.9	
投球スピード(m/s)	7-9歳	6	18.5	1.1	17.2	20.3	20.8	1.4	19.4	23.1	※
	10-11歳	8	21.7	2.5	17.8	26.7	23.7	2.8	20.0	29.4	※
	12-13歳	26	24.2	2.9	19.4	29.4	27.4	2.2	23.6	31.4	※
	14-15歳	14	28.3	2.5	23.9	31.7	29.2	2.3	24.2	32.5	※
	16-18歳	23	30.7	2.6	24.7	35.3	31.8	2.3	26.7	35.0	※
	19-20歳	14	33.6	2.3	30.6	37.8	33.5	2.9	30.0	39.0	
	21-24歳	23	33.7	2.3	29.2	37.5	34.0	2.8	28.6	37.7	
投球エネルギー(J)	7-9歳	6	21.9	2.6	19.0	26.3	28	4	24	34	※
	10-11歳	8	31.4	9.1	20.2	51.6	37	11	26	63	※
	12-13歳	26	42.9	10.2	27.4	62.9	55	9	40	71	※
	14-15歳	14	58.6	10.0	41.4	72.7	62	10	42	77	※
	16-18歳	23	69.0	11.3	44.3	90.2	74	10	52	89	※
	19-20歳	14	82.2	11.5	67.7	103.5	82	15	65	110	
	21-24歳	23	82.8	10.9	61.7	102.0	84	14	59	103	

※:1回目と2回目との間に統計的に有意な差(p<0.05)

## 2. 投球スピードの測定

被検者には十分なウォーミングアップを行わせた後、平地においてセットポジションから16m(7-11歳)または18.44m(12歳以上)先の的に向かって全力でボール投げを行わせた。ボールは、7-11歳では学童用の軟式C号球(質量:128±1.8g 直径:68±0.5mm)、12-24歳では硬式球(質量:141.7-148.8g、円周22.9-23.5cm)を使

用した。なお、1回目と2回目の測定に使用したボールは、年齢に関わらず同様とした。ドップラー方式のスピードガン(PSX-2、Decatur社製、USA)を的の後方に設置し、投球スピードを測定した。スピードガンは、測定誤差の少ない投球の進行方向に配置(宮西ら2000)し、照準を被検者のボールリリース位置に向けて測定を行った。投球数は5球とし、最も速かった1球を個人の投

球スピードとした。投球間の休息は 30 秒以上とした。なお、投球スピードの日間変動が小さいことは、勝亦ら(2007)により確認されている。

本研究では、年齢によって使用したボールの重さが異なったため、計測した投球スピードからボールに与えられたエネルギー当量(以下、投球エネルギーとする)を算出した。すなわち、投球エネルギー(J) =  $1/2 \times \text{ボールの質量(kg)} \times \text{投球スピード(m/s)}^2$  とした。なお、ボールの質量は、軟式球が 0.128kg、硬式球が 0.145kg として計算した。また、投球スピードおよび投球エネルギーと身長および体重との関係が明らかではないことから、投球スピードまたは投球エネルギーの群間比較には、身長または体重で正規化しない値を用いた。

### 3. 統計処理

横断的調査における投球スピードおよび投球エネルギーの群間の比較には、2 要因(年齢群(7-9 歳群、10-11 歳群、12-13 歳群、14-15 歳群、16-18 歳群、19-20 歳群、21-24 歳群) × 野球競技経験の有無(野球競技選手と未経験者))の分散分析を行い、交互作用および主効果の有無を確認した。分散分析の結果、F 値が有意である場合は、Scheffe 法を用いて群間の差の有意性を検定した。また、各年齢群における年間変化量を、各群の年齢、投球スピードおよび投球エネルギーの平均値の差から算出した。投球スピードと競技年数との関係には、ピアソンの積率相関係数および年齢を制御変数とした偏相関係数を求めた。また、競技年数によって投球スピードに差がみられるかを検討するために、12-13 歳群および 16-18 歳群について、競技年数を基準(平均値

±1SD)として 3 群(短い群(平均値-1SD 未満)、中群(平均値±1SD)、長い群(平均値+1SD 以上))に分けた。投球スピードの群間比較には、対応のない一元配置の分散分析により行い、F 値が有意である場合は、Scheffe 法を用いて差の有意性を検定した。

縦断的調査における各測定値の 1 回目と 2 回目との比較には、対応のある t 検定を用いた。また、各測定値における 2 回目と 1 回目の差(2 回目-1 回目)を年間変化量として算出した。変化量の群間比較には、対応のない一元配置の分散分析により行い、F 値が有意である場合は、Scheffe 法を用いて差の有意性を検定した。それぞれ危険率 5%未満をもって統計的に有意とした。統計量の算出は、SPSS (12.0 J for Windows) を用いて行った。

## III. 結果

### 1. 横断的調査

表 1 に投球スピードおよび投球エネルギーの平均値、標準偏差、最大値および最小値を示した。投球スピードは 8.9-37.5m/s、投球エネルギーは 8-85J の範囲に分布した。投球スピードおよび投球エネルギーについて、二元配置の分散分析(年齢群 × 競技経験の有無)を行った結果、いずれの項目についても交互作用が認められた。年齢群間の比較を行ったところ、7-18 歳の間では、競技経験の有無に関わらず、年齢が高いほど測定値は高かった(図 1)。また、野球競技選手の投球スピードおよび投球エネルギーは、12-24 歳の各年齢群において、未経験者のそれよりも有意に高値であった。

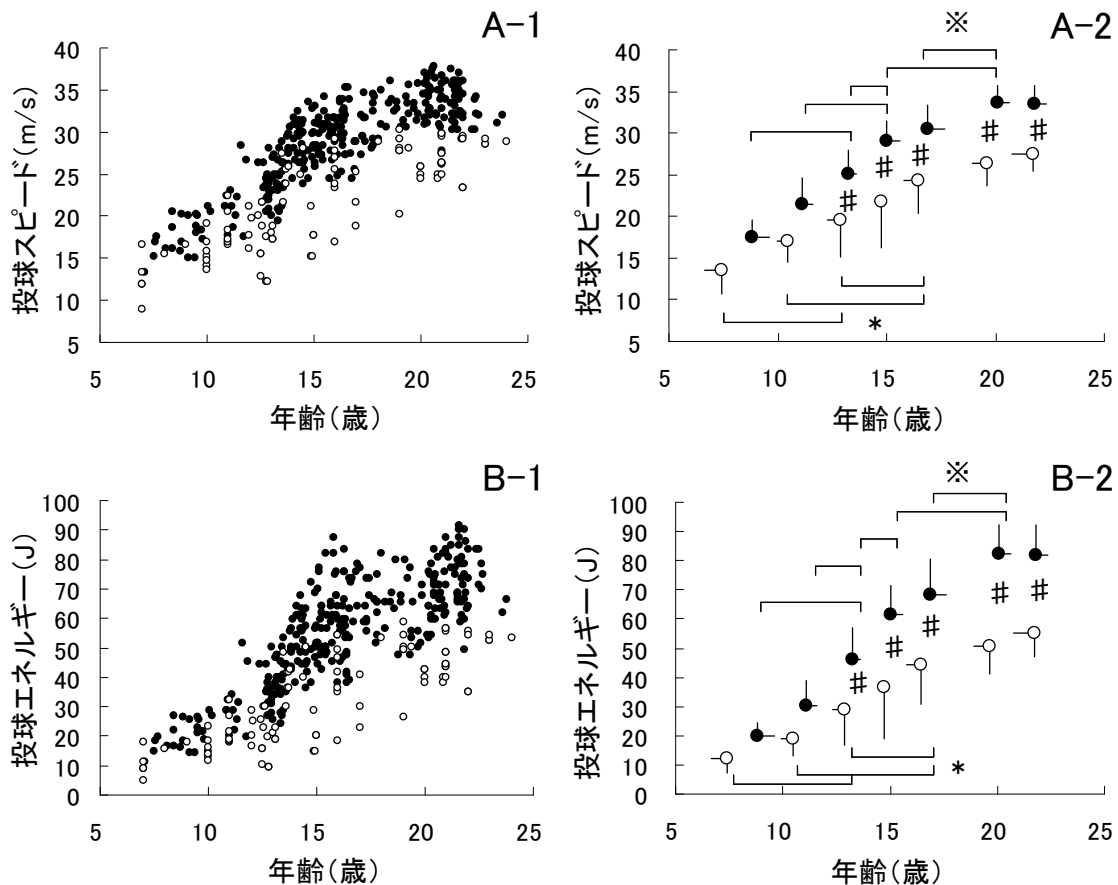


図1 投球スピードおよび投球エネルギーと年齢との関係

A-1: 投球スピードの個人値、A-2: 投球スピードにおける各群の平均値

B-1: 投球エネルギーの個人値、B-2: 投球エネルギーにおける各群の平均値

●: 野球競技選手の値、○: 未経験者の値

※: 野球競技選手において群間に統計的に有意な差 ( $p < 0.05$ )

\*: 未経験者において群間に統計的に有意な差 ( $p < 0.05$ )

#: 野球競技選手と未経験者との間に統計的に有意な差 ( $p < 0.05$ )

## 2. 縦断的調査

表 2 は投球スピードおよび投球エネルギーに関する縦断的調査の結果を示したものである。投球スピードおよび投球エネルギーは、7-18 歳の各年齢群において、2 回目が 1 回目よりも有意に高い値を示した。図 2 に投球スピードおよび投球エネルギーの年間変化量における個人値 (図 2 の A-1 および B-1) および平均値 (図 2 の A-2 および B-2) を示した。投球スピードは、12-13 歳群が 14-24 歳の各年齢群よりも、7-9 および 10-11 歳群が 19-20 および 21-24 歳群よりも有意に速かった。投球エネルギーは、12-13 歳群が 10-11 歳および 14-24 歳の各年齢群よりも、7-9 および 10-11 歳群が 19-20 歳群および 21-24 歳群より

も有意に高値であった。

縦断的調査における投球エネルギーの年間変化量と年齢との関係を図 3 に示した。また、横断的調査における投球エネルギーの年間変化量と年齢との関係も併せて示した。両調査の結果において、野球競技選手では 10-15 歳が他の年齢層よりも高い値を示す傾向が認められた。また、年間変化量が最大に達する 13 歳前後では、縦断的調査の値が横断的調査の値よりも高くなった。未経験者では、野球競技選手と同様に、10-15 歳においてその他の年齢よりも高い傾向を示した。しかし、その値は野球競技選手よりも低い傾向にあった。

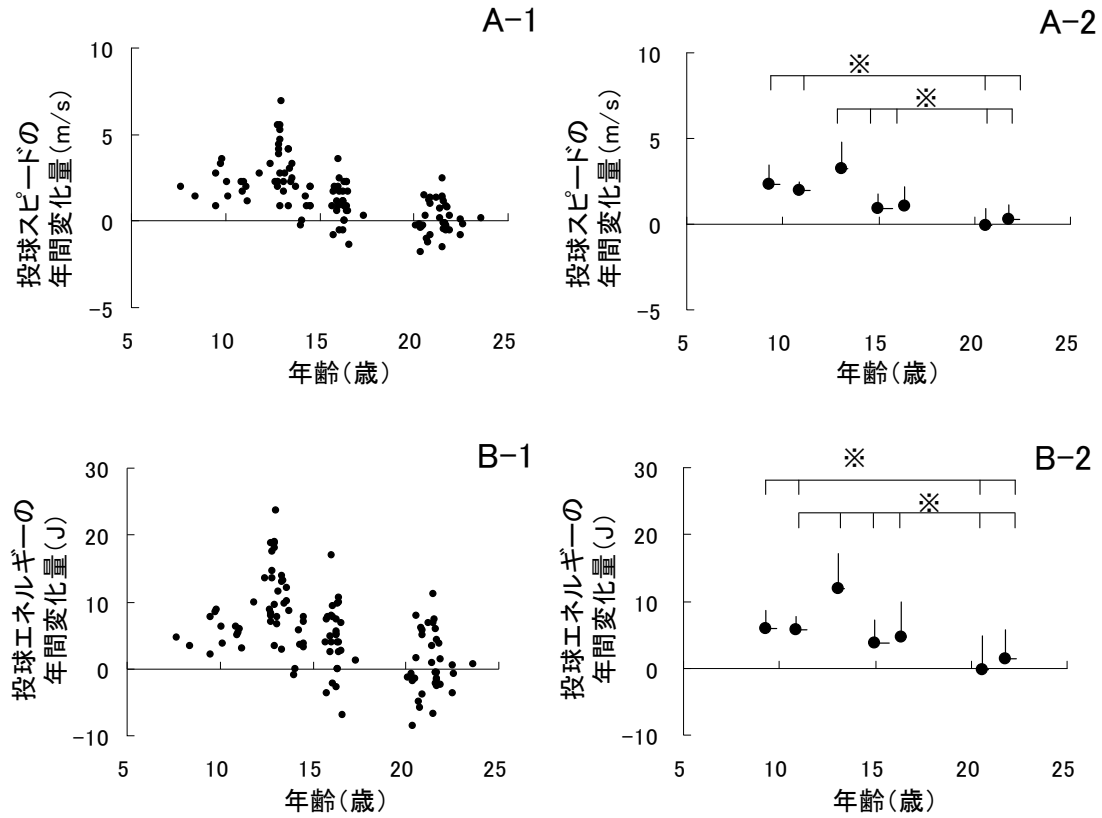


図 2 投球スピードおよび投球エネルギーの年間変化量と年齢との関係  
 A-1: 投球スピードの個人値、A-2: 投球スピードにおける各群の平均値  
 B-1: 投球エネルギーの個人値、B-2: 投球エネルギーにおける各群の平均値  
 ※: 群間に統計的に有意な差 ( $p < 0.05$ )

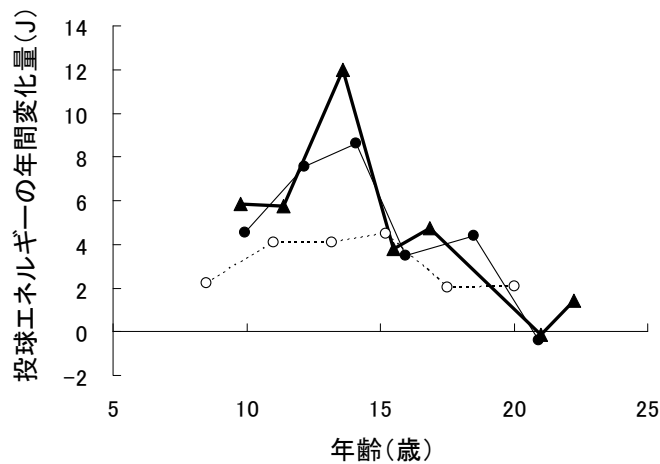


図 3 野球競技選手および未経験者における投球エネルギーの年間変化量と年齢との関係  
 —▲—: 縦断的調査における野球競技選手の値  
 —●—: 横断的調査における野球競技選手の値  
 ..○..: 未経験者の値

### 3. 投球エネルギーと競技年数との関連

投球エネルギーと競技年数との間には、有意な正の相関関係が存在した( $r=0.707$ 、 $p<0.05$ )。両変数間の関係は、年齢を制御変数とした場合においても有意であった( $r=0.265$ 、 $p<0.05$ )。投球エネルギーの年間変化量と競技年数との間には、有意な負の相関関係が認められた( $r=-$

$0.397$ 、 $p<0.05$ )。両者の関係は、年齢を制御変数とした場合においても有意であった( $r=-0.307$ 、 $p<0.05$ )。

図 4 に競技年数を基準に分けた群間における投球スピードの比較を示した。12-13 歳群および 16-18 歳群において、競技年数が短い群は、その他の群よりも有意に遅かった。

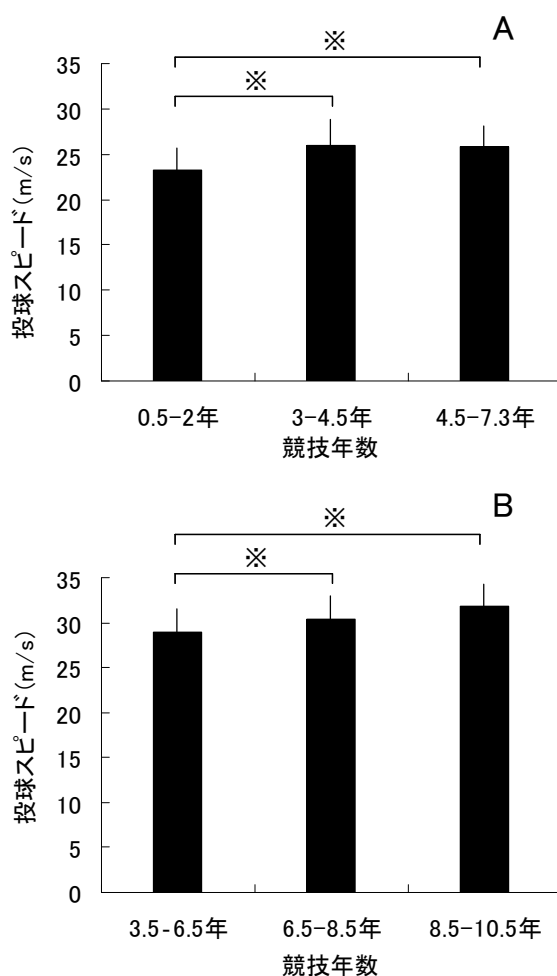


図 4 競技年数を基準として分けた群間における投球スピードの比較

A: 12-13 歳群の結果、B: 16-18 歳群の結果

※: 群間に統計的に有意な差 ( $p<0.05$ )

### IV. 考察

本研究の横断的調査では、7-18 歳までの間、競技経験の有無に関わらず、年齢が高いほど投球スピードは速い傾向にあった。本研究の結果、先行研究における野球競技選手(角田ら 2003、角田ら 2004、Dun ら 2007、Escamilla ら 2001、

Ishida ら 2006、Fleisig ら 1999)および未経験者(関根ら 1999、角田ら 2002)の投球スピード(平均値)と年齢との関係を図 5 に示した。本研究の結果は、野球競技選手を対象とした先行研究に近い値であり、年齢経過に伴う変化のパターンにおいても先行研究の結果と類似していた。また、



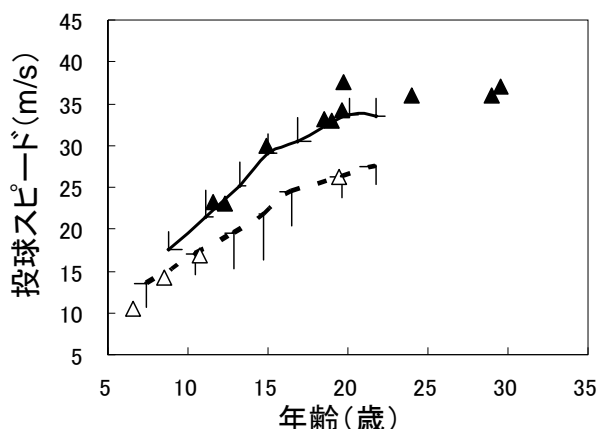


図 5 投球スピードと年齢との関係における先行研究および本研究の比較

- ▲: 先行研究における野球競技選手の値
- △: 先行研究における未経験者の値
- : 本研究における野球競技選手の平均値を結んだ線
- ⋯: 本研究における未経験者の平均値を結んだ線

投球エネルギーの年間変化量を算出したところ、10-15歳では、競技経験の有無に関わらず、その他の年齢よりも高い傾向を示した(図 3)。発育期の男子では、年齢経過に伴い四肢の筋断面積および筋力が増加するが、特に 13-15 歳において、それらの増加は著しい(Kanehisaら 1995)。また、本研究では、19 歳以上において、競技経験の有無に関わらず、投球スピードの増加はみられなかった(図 1)。このような結果の解釈として、まず、定期的に投球練習を行っていない未経験者では、身体サイズおよび筋力の増加が著しい時期を過ぎた年齢であることが原因として考えられる。一方、本研究および先行研究の結果を示した図 5 からも明らかのように、定期的に投球練習を行う野球競技選手においても、19 歳以上では、7-18 歳に比較して投球スピードの増加が小さい傾向にあった(図 5)。このような結果を解釈するためには、身体の発育・発達に加えて、投球練習の効果における適齢期について考察する必要がある。本研究では、横断的調査の結果、12 歳以上における野球競技選手の投球スピードは、未経験者のそれよりも有意に速かった(図 1)。また、15 歳未満の野球競技選手における投球エ

た、成人の野球競技投手において、投球スピードは、筋量および筋力との間に相関関係が認められる(勝亦ら 2006)。これらの先行研究の知見を考慮すると、年齢経過に伴う投球スピードの変化には、身体の筋量および筋力の増加が影響していることが考えられる。エネルギーの年間増加量は、未経験者よりも高い傾向にあった(図 3)。投動作の発達に着目した研究は、発育期の男子における投動作の改善を目的とした練習の効果は、12 歳以下において大きく、特に 7、8 歳において顕著であることを報告している(奥野ら 1989)。また、投動作中のキネマティックデータにおいて、10-15 歳の野球投手と 20-29 歳のメジャーリーグに所属する投手との間に大きな差異はみられない(Fleisigら 1999)。このような報告と本研究における野球競技選手と未経験者との相違を併せて考えると、定期的なボール投げの経験が投動作の習熟に及ぼす影響は、7-15 歳において大きく、19 歳以上では小さいことが推察される。野球競技選手を対象とした縦断的調査において、7-18 歳の各年齢群の投球スピードは、1 回目より 2 回目において有意に速かった(表 2)。この

結果は、7-18 歳の間には、年齢が増すに従って投球スピードが増加するという本研究における横断的調査の結果を支持する。また、図 3 に示したように、縦断的調査における投球エネルギーの年間変化量と年齢との関係は、横断的調査と類似したパターンを示した。しかし、投球エネルギーの年間増加量がピークに達する 13 歳前後では、縦断的調査における値が横断的調査における値よりも高い傾向にあった(図 3)。また、12-13 歳群では、投球スピードの年間変化量における最大値および最小値がそれぞれ 6.9m/s および 0.8m/s であり、その個人差は、他の年齢群(各群の変化量の最大値:1.5-3.6m/s)よりも大きい傾向にあった(図 2 の A-1)。本研究での計測項目は投球スピードのみであり、このような結果の原因について具体的な説明を加えることはできない。しかしながら、12-13 歳は、身長および体重の年間増加量に個人差がみられる(Tanner ら 1966)第二次性徴に該当し、また、先に述べたように、投動作の習熟が著しい時期でもある。これらの要因が相互に作用した結果、個人差がその他の年齢群よりも大きくなったと推察される。いずれにしても、このような結果は、横断的調査では明らかにすることができない重要な知見といえよう。

本研究では、競技経験の有無に加えて、18 歳以下の野球競技選手を対象に投球スピードと競技年数との関係を検討した。横断的調査において、投球スピードと競技年数との間には、年齢の影響を制御した場合においても有意な偏相関関係が認められた。また、縦断的調査において、1 年間の投球スピードの変化量と競技年数との関係は、年齢の影響を制御した偏相関関係においても有意であった。これらの結果は、投球スピードは、年齢に関係なく、競技年数が長いほど速いことを示唆する。しかしながら、競技をいつ頃から開始すべきかについては明らかではない。そこで、12-13 歳群および 16-18 歳群について、競技年

数を基準として 3 群に分け、群間における投球スピードの比較を行った。その結果、12-13 歳群および 16-18 歳群ともに、競技年数が短い群は、その他よりも投球スピードが有意に遅かった(図 4)。また、競技年数と年齢から、競技開始年齢を算出したところ、12-13 歳群および 16-18 歳群ともに、競技年数が短い群では、おおよそ 12 歳、中群では、9.5 歳、長い群では、7.5 歳であった。これらのことから考えると、13 歳前後における投球動作のトレーニングの効果を最大限に得るためには、9.5 歳以前には定期的な投球練習を開始することが望ましいといえよう。

本研究において対象とした 12-16 歳では、所属チームの練習において使用したボールと測定において使用したボールとが異なる者が存在した。そこで、本研究において対象とした 12-15 歳の野球競技選手 22 名を対象に、軟式 B 号球(質量:  $135 \pm 1.8\text{g}$ 、直径:  $70 \pm 0.5\text{mm}$ )および硬式球を投球させたところ、軟式球における投球スピードは  $28.0 \pm 3.0\text{m/s}$ 、硬式球における投球スピードは  $27.1 \pm 2.5\text{m/s}$  であり、両者の間に統計的に有意な差は示されなかった。したがって、練習と異なるボールを使用したことが投球スピードの計測値に及ぼした影響は殆どないと考えられる。一方、縦断的調査の被検者において、1 回目の測定時には軟式球、2 回目の測定時には硬式球を用いて練習を行っていた者がいた。練習に使用したボールを変更した時期および期間について詳細な調査を行っていないため、それが投球スピードの年間変化量に及ぼす影響は明らかではない。しかしながら、野球競技では年齢および連盟によって使用するボールが異なることも事実であり、そのことが投球スピードの発達に及ぼす影響を明らかにすることは、指導現場において有用な知見となると考えられ、今後詳細に検討する必要がある。

## V. まとめ

本研究は、野球競技選手における投球スピードと年齢との関係を明らかにすることを目的とした。その結果、野球の競技経験の有無に関わらず、7-18 歳の間年齢経過に伴い投球スピードおよび投球エネルギーは増加し、投球スピードの年間変化量は、13 歳前後において最大に達した。しかしながら、投球エネルギーの年間変化量は、10-15 歳の野球競技選手が、未経験者よりも高い傾向にあった。また、投球スピードにおける野球競技選手と未経験者との差は、12歳以上において有意であった。これらの結果は、発育期における投球スピードの発達に、野球競技経験の有無が影響を及ぼすことを示しており、選手およびコーチにとって重要な知見と考えられる。

## 参考文献

- Dun S, Fleisig GS, Loftice J, Kingsley D, Andrews JR (2007) The relationship between age and baseball pitching kinematics in professional baseball pitchers. *J Biomech*, 40(2), 265-70
- Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Andrews JR (2001) Kinematic comparisons of 1996 olympic baseball pitchers. *Journal of Sports Sciences*, 19, 665-676
- Fleisig GS, Barrentine SW, Zheng N, Escamilla RF, Andrews JR (1999) Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. *J Biomech*, 32(12), 1371-5
- Ishida K, Murata M, Hirano Y (2006) Shoulder and elbow kinematics in throwing of young baseball players. *Sports Biomech*, 5(2), 183-96
- Kanehisa H, Ikegawa S, Tsunoda N, Fukunaga T (1995) Strength and cross-sectional areas of reciprocal muscle groups in the upper arm and thigh during adolescence, *Int J Sports Med*, 16(1), 54-60
- 勝亦陽一, 長谷川伸, 川上泰雄, 福永哲夫 (2006) 投球速度と筋力および筋量の関係, *スポーツ科学研究*, 1-7
- 勝亦陽一, 金久博昭, 川上泰雄, 福永哲夫 (2007) 年齢および野球経験の有無が投球スピードと筋力との関係に及ぼす影響, *トレーニング科学*, 19(2), 149-154
- 宮西智久, 向井正剛, 川口鉄二, 関岡康雄 (2000) スピードガンと画像計測によるボールスピードの比較, *仙台大学紀要*, 31:72-77
- 奥野暢通, 後藤幸弘, 辻野昭 (1989) 投運動学習の適時期に関する研究—小・中学生のオーバーハンドスローの練習効果から—, *スポーツ教育学研究*, 9-1, 23-35
- 桜井伸二, 高槻先歩 (1992) 投げる科学, 大修館書店
- 関根克浩, 島田一志, 豊川琢, 阿江通良, 藤井範久 (1999) 小学生男子における投動作の発達に関するキネマティクスの研究, *バイオメカニクス研究*, 3(1), 2-11
- Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M (1966) Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. I, *Arch Dis Child*, 41(219), 454-71
- 角田直也, 田中重陽, 熊川大介, 青山利春, 岡田雅次, 西山一行 (2003) 筋形態の発育が競技パフォーマンスの向上に及ぼす影響, *国士舘大学体育研究所報*, 22, 79-85
- 角田直也, 田中重陽, 石塚信之, 青山利春, 岡田雅次, 西山一行 (2002) 投動作パフォーマンスに及ぼす筋形態及び機能的特性, *国士舘大学体育研究所報*, 21, 135-140