

飛込競技ジュニア強化指定選手(1998-2005)における 体力及び技能テストの横断的データの 年次推移に関する一考察

A study on the annual change of cross-sectional data of physical strength and performance test among Junior high school elite divers selected annually from 1998 through 2005

後藤 香織 (Kaori Goto)

野村 孝路 (Takamichi Nomura)

小川 正行 (Masayuki Ogawa)

群馬パース大学非常勤講師

群馬県教育委員会スポーツ健康課

群馬大学教育学部保健体育学講座

[abstract]

Physical strength and performance test (PSPT) results for elite junior divers selected annually in the diving competition finals of the National Junior High School Selection Swim Meets (1998~2005) were studied. It was found that the relationship between the PSPT results and the competition scores compared from the viewpoint of the annual results were as follows: the PSPT results for both genders indicated gradual improvements among male and female springboard divers, and male and female platform divers (ANOVA: $p<0.05$). The competition scores for springboard diving also indicated gradual improvements as mentioned above. Various athletic abilities, such as the flexibility of the shoulder joints, body tucks, etc., and especially muscular strength were improved during the PSPT. It was recognized that this unique improvement in the PSPT and competition scores have been achieved by using newly developed training systems.

Keywords : Diving, National Junior High School Selection Swim Meet, physical strength and performance test, competition scores, springboard diving, platform diving, ANOVA

1. 緒言

近年飛込競技においては、ルール改正や用具の進歩に伴い演技の高度化とアクロバティックな要素の濃厚化が進み、それに加えて選手の低年齢化も進行している¹⁰⁾。その為、ジュニア期における基礎体力向上および技能スキル習得のための適切なトレーニング方法の開発および改良が重要な課題となっている。

一方、トレーニング評価や効果判定による段階的で計画的トレーニングの実施に役立てるため、競技スポーツ

界ではそれぞれの競技特性を活かしたテストが考案され取り入れられている^{12) 13)}。水泳競技の競泳ではトレーニングの評価としてラクトートカーブテストやエンデュランステストといったコントロールテスト⁵⁾が存在している。水球では身体機能の測定やタレントの発掘のためのシャトルスイム・ポストタッチ・25 mスプリント・遠投よりなる水球パフォーマンステスト^{1) 7)}が行われている。シンクロナイズドスイミングにおいても競技者育成プログラムによる選手の発掘がオーディションによって毎年行われている¹¹⁾。

飛込競技においては1998年に野村・後藤⁹⁾の飛込選手の競技力を適切に評価する「飛込競技の為の体力及び技能テスト」(以下体力テスト)が考案・実施された。それまでは選手の身体的および体力的特徴は明らかにされておらず、選手の管理・指導はそれぞれのチームの指導者の経験と知識に頼っていたのが現状であった。この野村・後藤の考案・実施した体力テストによりジュニア強化指定選手および強化指定選手の形態・一般的体力要素・競技を構成する体力要素の3つのカテゴリーの測定を行う体力テスト結果により、飛込競技選手の体力的特徴として基本的跳躍力・柔軟性・体幹の筋力が高いことや、競技得点と体力テスト測定値との相関の高いことが明らかになった。これを契機に現在の測定項目は、一般的体力測定項目として8項目、身体計測項目3項目、飛込特化項目24項目となり、主に強化指定選手の基礎的能力測定と一般選手の測定を行い体力テスト評価によるトレーニング方法の改善指導が行われている。一方、この体力テストは個人の能力を測ることばかりではなく、蓄積させたデータから科学的な解析を行い、小学生・中学生・高校生・男子・女子・高飛込・飛板飛込といった年齢・性別・競技別に、いつ、どの能力が上昇し、どのようなトレーニングの効果が現れたのかを集団として解析することも目的としている。飛込選手の体力統計量の結果は、各選手へのフィードバック及びフィードフォワードにより有効な資料提供を可能にし、指導者にもトレーニング指導方法の改善指標となると思われた。さらに競技人口の少ない飛込競技において他競技選手との相対的比較も可能になったことから優れたタレント性をもったジュニア選手の発掘と効果的な育成を成しえる可能性も広がろう。日本における飛込競技の練習環境は決して豊かとはいえず、通年でプール練習できる屋内ダイビングプールの数は非常に少ない。これは、オリンピックや世界選手権のメダル獲得国の中国や北米諸国に比較し恵まれた環境とはいえない。そのため多くの日本の飛込選手は夏期のみ屋外プールで練習し、通年行える陸上トレーニングに頼らざるを得ないのが現状であり、陸上トレーニングの正否が競技成績を大きく左右しているといえる。

陸上トレーニングは、主に①怪我防止と効率の良い動きや美しいラインづくりの為の柔軟性、②姿勢保持・フォーム維持の筋力向上、③筋力・パワー向上、④模擬練習(4種類の陸上宙返り・トランポリン・1～6群の踏切

動作・かかり出し動作・スパッティングを用いた宙返りや捻りなど)から成り、水に濡れないので疲労が少なく、短時間に集中して行うことが出来るため、効率的・効果的な練習が望める。国内の多くの練習環境においては、適切な陸上トレーニングと短時間のプール練習を上手に組み合わせることで成果を上げることが重要課題になっている。つまりシーズンオフの陸上トレーニングに、強化指定選手の体力テスト結果から得られた体力特性にあったトレーニング方法を全国的に普及できれば、次世代の選手の競技力向上に大きな好影響を及ぼす事が期待できる。

本研究では、上記目的のために体力テストを開始した1998年から2005年の全国中学校選抜水泳競技会決勝に進出した選手(強化指定選手)に実施した体力テスト結果と競技得点について検討を行った。具体的には中学時期の性別、飛板飛込と高飛込の各競技の年毎の選手群について、①7年間の体力テストスコアの変化および競技得点との関係、②体力テスト測定項目の変化とトレーニング方法との関係の検討である。

2. 方法

2-1) 対象

1998年から2005年のシーズン終了後に実施したジュニア強化対象選手強化合宿およびセレクション合宿に参加した、全国中学校選抜水泳競技会における1位から8位までの決勝進出選手(ジュニア強化指定選手)を対象とした。各年度に選抜された強化指定選手は2年連続で対象となった者が毎年1名～4名いたが、その年の決勝進出者という条件での選抜であることと、発育発達の著しい時期の対象者という観点から、年度毎の対象者は独立した個人として横断的検討データ分析の観点で使用した。なお、各測定に際しては測定行為や測定値の使用保管に関する保護者の同意を得た上での実施であることを付記する。表1は、対象とした各年度の測定対象選手の人数および年齢、身長、体重の基本統計量(N, Mean ± SD, Max, Min)である。

2-2) 体力テスト測定項目と測定方法・評価方法

一般的体力特性項目として、背筋力・垂直跳び・伏臥上体そらし・長座体前屈・肩回旋幅・立ち幅跳び・30秒間上体起こし・鉄棒脚拳上を測定した。スポーツテスト評価の得点表に倣って男女別に表2のようにスコア化し、こ

Table 1 Physical characteristics of subjects

Groups	Number	Age	Weight(kg)	Hight(cm)
Springboard-Males(1998)	7	14.4±0.78(13-15)	52.4±5.35(45.2-58.6)	165.8±5.20(155.0-170.9)
Springboard-Males(1999)	8	14.5±1.15(12-15)	53.7±8.80(43.4-62.6)	165.0±7.70(159.0-177.4)
Springboard-Males(2000)	4	13.8±0.96(13-15)	52.5±3.36(48.4-56.6)	166.7±3.41(162.0-169.8)
Springboard-Males(2001)	6	13.8±1.17(12-15)	53.6±4.90(47.0-59.4)	165.1±6.44(158.0-174.3)
Springboard-Males(2002)	5	13.6±1.14(12-15)	50.6±11.87(35.1-65.4)	158.4±12.31(143.4-171.7)
Springboard-Males(2003)	6	14.3±1.03(13-15)	51.4±10.99(35.3-63.0)	160.0±10.40(142.9-170.6)
Springboard-Males(2004)	8	14.4±0.50(14-15)	52.5±6.63(46.1-67.0)	162.5±5.64(153.6-170.4)
Springboard-Males(2005)	6	14.2±0.98(13-15)	59.4±13.69(37.4-76.4)	166.3±10.53(149.3-179.4)
Springboard-Males(1998-2005)	49	14.2±0.94(12-15)	53.3±8.53(35.1-76.4)	163.5±7.56(142.9-179.4)
Platform-Males(1998)	6	14.7±0.53(14-15)	56.4±4.09(51.7-62.7)	166.5±6.00(159.0-175.4)
Platform-Males(1999)	5	15.0±0.79(13-15)	57.1±7.92(44.7-62.6)	167.7±8.49(159.0-177.4)
Platform-Males(2000)	5	14.0±1.00(13-15)	53.5±3.77(48.4-57.8)	167.6±3.58(162.0-171.2)
Platform-Males(2001)	7	13.1±1.21(12-15)	51.7±6.82(40.0-59.4)	163.1±7.24(154.3-174.3)
Platform-Males(2002)	6	13.8±1.17(12-15)	51.8±10.98(35.1-65.4)	160.1±11.79(143.4-171.7)
Platform-Males(2003)	6	14.0±1.10(13-15)	49.8±10.52(35.3-63.0)	159.2±9.93(142.9-170.6)
Platform-Males(2004)	8	14.2±0.75(13-15)	47.2±4.65(37.8-52.2)	156.4±7.12(141.2-163.3)
Platform-Males(2005)	5	14.5±0.87(13-15)	51.5±8.84(37.4-61.6)	162.9±9.35(149.3-174.6)
Platform-Males(1998-2005)	48	14.1±1.04(12-15)	52.1±7.67(35.1-65.4)	162.5±8.62(141.2-177.4)
Springboard-Females(1998)	7	13.8±0.38(13-14)	44.6±8.03(34.0-59.3)	152.3±2.75(149.5-157.9)
Springboard-Females(1999)	6	15.1±0.39(14-15)	47.0±2.94(42.5-49.8)	155.2±4.06(150.4-161.9)
Springboard-Females(2000)	4	14.0±1.15(13-15)	47.6±3.40(44.6-52.4)	155.4±3.62(151.8-160.4)
Springboard-Females(2001)	6	14.2±1.16(12-15)	47.2±6.11(36.6-55.3)	152.8±3.94(146.9-158.7)
Springboard-Females(2002)	5	14.4±0.89(13-15)	45.9±4.86(39.1-51.1)	152.2±4.51(146.1-157.4)
Springboard-Females(2003)	7	14.0±1.15(12-15)	46.4±6.24(39.0-57.6)	153.7±5.77(147.6-164.3)
Springboard-Females(2004)	8	13.3±0.89(12-15)	42.2±5.02(37.3-49.2)	151.6±4.92(145.2-158.7)
Springboard-Females(2005)	5	14.0±1.00(13-15)	47.1±3.59(42.6-51.2)	154.8±2.74(152.0-158.0)
Springboard-Females(1998-2005)	48	14.0±0.99(12-15)	45.7±5.39(34.0-59.3)	153.3±4.16(145.2-164.3)
Platform-Females(1998)	6	14.3±0.69(13-15)	46.7±7.15(37.9-59.3)	153.3±3.26(149.5-157.9)
Platform-Females(1999)	7	14.6±0.86(13-15)	45.7±4.46(37.3-49.8)	153.1±4.51(148.0-161.9)
Platform-Females(2000)	5	14.2±1.10(13-15)	46.3±3.70(43.5-52.4)	154.3±3.60(151.6-160.4)
Platform-Females(2001)	6	14.3±0.82(13-15)	48.2±4.24(42.6-55.3)	152.4±0.82(144.8-158.7)
Platform-Females(2002)	4	14.5±3.43(13-15)	46.0±5.60(39.1-51.1)	153.7±3.43(149.1-157.4)
Platform-Females(2003)	7	14.0±1.15(12-15)	46.4±6.24(39.0-57.6)	153.7±5.77(147.6-164.3)
Platform-Females(2004)	8	13.3±0.89(12-15)	44.2±5.85(37.8-54.8)	153.1±4.45(145.2-158.7)
Platform-Females(2005)	6	13.8±0.75(13-15)	46.3±3.63(40.7-49.0)	154.9±2.77(152.0-157.4)
Platform-Females(1998-2005)	49	14.1±0.96(12-15)	46.±5.021(37.3-59.3)	153.5±4.00(144.8-164.3)

All values are indicated as means ± SD with ranges given in parentheses.

これらの合計を筋力項目の点数とした。肩回旋幅は両手で約3センチの丸棒を肩の前で肘を伸ばして握り、そのまま肘を曲げずに腕を頭上から後方へと回旋させた時の両手内側の最短距離である。倒立項目は飛込特化項目の一つで、倒立持続時間と倒立姿勢の2項目よりなる。倒立持続時間は、両足が床から離れた直後から再び体の一部が床面に触れるまでを測定した。倒立姿勢は日本水泳連盟公認飛込審判員3名が3段階で表2に示すように採点評価し、採点結果を評価表に従ってスコア化した。スコア化された倒立持続時間と倒立姿勢の2項目を倒立項目として合計した。陸上宙返り項目も飛込特化項目の一つで、審判員3名により前宙返り・後宙返り・前逆宙返り・後踏切前宙返りの4種目を行い、表2下表に示すように4段階評価し、合計を陸上宙返り項目のスコアとした。以上の3項目の合計点を体力テストスコアとした。

2-3) 競技得点

競技得点は、1998年から2005年までの日本水泳連盟の報告書に記載されている全国中学校選抜水泳競技会決勝記録から決勝進出者の制限選択飛（飛板飛込競技：難易率合計9.5以内5演技合計、高飛込競技：難易率合計7.6以内4演技合計）と自由選択飛（難易率合計5.7以上3演技）の合計得点を対象者の成績とした。

2-4) 統計解析

体力テスト項目の測定値・評価項目（倒立姿勢および宙返り）スコア・体力テストスコア・競技得点の年次変化は、統計ソフトStat View（SAS Institution Inc. USA）を使用して、一元配置分散分析（One-factor ANOVA）および多重比較（Post-hoc test：Tukey - Kramer）の検定を行った。体力テストと競技得点との関連は回帰分析を用いて行った。検定の有意水準は $p<0.05$ とした。

Table 2 PSPT scores

	score	Back muscle strength(kg)	Vertical jump/both legs (cm)	Back extension (cm)	Body bend while sitting with legs stretched(cm)	Shoulder rotation (cm)	30s upper body tucks (frequency)	Standing jump/both legs (cm)	Raising body hanging on horizontal bar (frequency)	Handstand (s.)	Evaluation *
Male	10	192<	75<	69<	64<	<19	40<	265<	19<	55~60	A +
	9	178~191	70~74	65~68	58~63	29~20	37~39	254~264	17~18	49~54	A
	8	164~177	65~69	61~64	53~57	39~30	34~36	242~253	15~16	43~48	A -
	7	150~163	60~64	57~60	49~52	49~40	31~33	230~241	13~14	37~42	B +
	6	136~149	55~59	53~56	44~48	59~50	28~30	218~229	11~12	31~36	B
	5	122~135	50~54	49~52	39~43	69~60	25~27	203~217	9~10	25~30	B -
	4	108~121	45~49	45~48	33~38	79~70	22~24	188~202	7~8	19~24	C +
	3	94~107	40~44	41~44	28~32	89~80	19~21	170~187	5~6	13~18	C
	2	70~93	36~39	37~40	21~27	99~90	16~18	150~169	3~4	7~12	C -
	1	69>	35>	36>	20>	100<	15>	149>	1~2	1~6	D
Female	10	119<	64<	69<	63<	<19	35<	210<	19<	45~50	A +
	9	110~118	60~63	65~68	58~62	29~20	32~34	200~209	17~18	40~44	A
	8	101~109	56~59	61~64	54~57	39~30	29~31	190~199	15~16	35~39	A -
	7	92~100	52~55	57~60	50~53	49~40	26~28	179~189	13~14	30~34	B +
	6	83~91	48~51	53~56	45~49	59~50	23~25	168~178	11~12	25~29	B
	5	74~82	44~47	49~52	40~44	69~60	20~22	157~167	9~10	20~24	B -
	4	65~73	40~43	45~48	35~39	79~70	17~19	145~156	7~8	15~19	C +
	3	56~64	36~39	41~44	30~34	89~80	14~16	132~144	5~6	10~14	C
	2	47~55	32~35	37~40	23~29	99~90	11~13	118~131	3~4	5~9	C -
	1	46>	32>	36>	22>	100<	11>	117>	1~2	1~4	D

*handstand posture and somersaults on mat

Evaluation standards for handstand posture	
A	Straightness of elbows, shoulders, chest, waist, knees, ankle and toes
B	Straightness deficiency of elbows, shoulders, chest, waist, knees, ankle and toes
C	Impossible to measure

Evaluation standards for somersault on a mat	
A	Take off posture, take off direction, aerial posture, landing position and landing posture
B	Inadequate for achieving an A
C	Assistance is necessary
D	Impossible to measure

3. 結果

3-1) 体力テストスコアの年次変化

男子飛板飛込選手の体力テストスコアは、図1に示すように、一元配置分散分析 (One-factor ANOVA) で7年間に有意な上昇 ($p<0.05$) 変化を示していた。さらに年次ごとの対比較では1998年が $N=7$, $Mean=69.1$, $SD=13.17$ に対して2004年が $N=8$, $Mean=87.6$, $SD=15.86$ と有意に上昇 (Post-hoc test, $p<0.05$) していた。男子高飛込選手の体力テストスコアは7年間で有意に上昇 (One-factor ANOVA, $p<0.05$) していた。女子飛板飛込選手体力テストスコアも有意に上昇 (One-factor ANOVA, $p<0.01$) していた。女子高飛込選手の体力テストスコアも同様に有意に上昇 (One-factor ANOVA, $p<0.01$) し、年次ごとの対比較では1998年 $N=7$, $Mean=60.3$, $SD=7.28$ に対し、2005年 $N=5$, $Mean=86.9$, $SD=14.2$ と有意に上昇 (Post-hoc test, $p<0.05$) していた。

男子飛板飛込選手の体力テストスコアは2001年以降の上昇がみられたので、1998年から2000年まで ($N=18$,

$Mean=69.3$ 点, $SD=10.39$) と2001年から2005年まで ($N=31$, $Mean=84.1$ 点, $SD=12.28$) の2群に分け平均値の比較を行ったところ有意差が認められた ($p<0.01$)。2群の平均値の比較はt検定あるいはウェルチ検定を用いた。男子高飛込選手についても同様に行ったところ1998年から2000年まで ($N=16$, $Mean=69.3$ 点, $SD=11.75$) と2001年から2005年まで ($N=32$, $Mean=83.1$ 点, $SD=12.82$) の平均値に有意差が認められた ($p<0.01$)。女子飛板飛込選手については、1998年から2001年まで ($N=23$, $Mean=60.9$ 点, $SD=7.06$) と2002年以降2005年まで ($N=25$, $Mean=80.92$ 点, $SD=16.67$) に有意差が認められた ($p<0.01$)。女子高飛込選手についても1998年から2001年まで ($N=24$, $Mean=62.1$ 点, $SD=9.09$) と2002年以降2005年まで ($N=25$, $Mean=79.0$ 点, $SD=16.15$) に有意差が認められた ($p<0.01$)。

3-2) 体力テスト項目測定値および評価項目得点の年次変化の特徴

3-2-1) 男子飛板飛込

一元配置分散分析 (One-factor ANOVA) で有意な向上

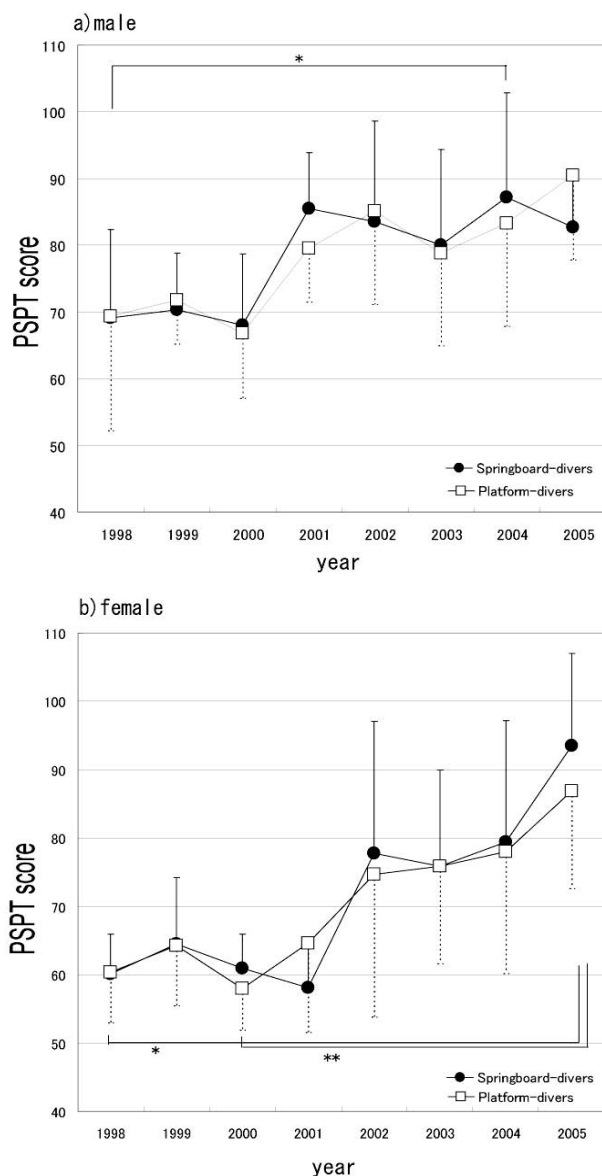


Fig.1 The interactions of the means of PSPT scores and time periods between male springboard divers, male platform divers, female springboard divers and female platform divers in junior high school swimming competition.

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

($p < 0.05$) があると判定された体力テスト項目は、肩回旋幅、立ち幅跳び、30秒間上体起こし、鉄棒脚拳上、後ろ宙返り、前逆宙返りであった。多重比較 (post-hoc test) 検定による年次変化の特徴としては、肩回旋幅 (2001年 $N=6$, $\text{Mean}=73.3\text{cm}$, $\text{SD}=10.29$, 2004年 $N=8$, $\text{Mean}=48.7\text{cm}$, $\text{SD}=11.71$), 立ち幅跳び (1999年 $N=8$, $\text{Mean}=210.7\text{cm}$, $\text{SD}=17.49$, 2004年 $N=8$, $\text{Mean}=239.6\text{cm}$, $\text{SD}=13.61$), 30秒間上体起こし (2000年 $N=4$, $\text{Mean}=28.3$ 回, $\text{SD}=4.03$, 2001年 $N=6$, $\text{Mean}=36.5$ 回, $\text{SD}=2.59$), 前逆宙返り (1999年 $N=8$, $\text{Mean}=2.7$ 点, $\text{SD}=1.25$, 2004年 $N=8$, $\text{Mean}=5.3$

点, $\text{SD}=1.63$) と有意な向上 ($p < 0.05$) が認められた。

3-2-2) 男子高飛込

肩回旋幅, 30秒間上体起こし, 鉄棒脚拳上, 倒立姿勢, 後ろ宙返り, 前逆宙返りが有意な向上 (One-factor ANOVA, $p < 0.05$) を認めた。多重比較 (Post-hoc test) 検定による年次変化の特徴としては、肩回旋幅 (2000年 $N=5$, $\text{Mean}=71.0\text{cm}$, $\text{SD}=13.34$, 2004年 $N=8$, $\text{Mean}=48.7\text{cm}$, $\text{SD}=11.71$), 30秒間上体起こし (2000年 $N=5$, $\text{Mean}=29.0$ 回, $\text{SD}=3.87$, 2001年 $N=7$, $\text{Mean}=35.4$ 回, $\text{SD}=2.07$), 鉄棒脚拳上 (1999年 $N=5$, $\text{Mean}=4.8$ 回, $\text{SD}=3.66$, 2005年 $N=5$, $\text{Mean}=14.7$ 回, $\text{SD}=9.06$), 前逆宙返り (1999年 $N=5$, $\text{Mean}=2.8$ 点, $\text{SD}=1.10$, 2005年 $N=5$, $\text{Mean}=6.4$ 点, $\text{SD}=0.42$) と有意な向上 ($p < 0.05$) を認めた。

3-2-3) 女子飛板飛込

30秒上体起こし, 鉄棒脚拳上, 倒立姿勢が有意な上昇 (One-factor ANOVA, $p < 0.05$) を示した。多重比較 (Post-hoc test) 検定による年次変化の特徴としては、30秒間上体起こし (2000年 $N=4$, $\text{Mean}=26.0$ 回, $\text{SD}=2.45$, 2002年 $N=5$, $\text{Mean}=38.4$ 回, $\text{SD}=4.39$), 鉄棒脚拳上 (1998年 $N=7$, $\text{Mean}=3.6$ 回, $\text{SD}=4.03$, 2002年 $N=5$, $\text{Mean}=13.0$ 回, $\text{SD}=2.12$), 倒立姿勢 (2000年 $N=4$, $\text{Mean}=1.0$ 点, $\text{SD}=0.00$, 2005年 $N=5$, $\text{Mean}=6.8$ 点, $\text{SD}=1.82$) に有意な向上 ($p < 0.05$) を認めた。

3-2-4) 女子高飛込

30秒上体起こし, 鉄棒脚拳上, 倒立姿勢が有意な上昇 (One-factor ANOVA, $p < 0.05$) を示していた。多重比較 (Post-hoc test) 検定による年次変化の特徴として、30秒間上体起こし (2000年 $N=5$, $\text{Mean}=25.8$ 回, $\text{SD}=2.17$, 2002年 $N=4$, $\text{Mean}=37.0$ 回, $\text{SD}=3.56$), 鉄棒脚拳上 (1999年 $N=7$, $\text{Mean}=3.2$ 回, $\text{SD}=4.96$, 2005年 $N=6$, $\text{Mean}=13.3$ 回, $\text{SD}=5.16$) 倒立姿勢 (2000年 $N=5$, $\text{Mean}=1.00$ 点, $\text{SD}=0.00$, 2005年 $N=6$, $\text{Mean}=6.6$ 点, $\text{SD}=2.20$) が有意な向上 ($p < 0.05$) を示していた。

3-3) 競技得点の年次変化

男子飛板飛込競技得点の年次変化は一元配置分散分析 (One-factor ANOVA) で有意な上昇 ($p < 0.05$) を示していた。多重比較 (Post-hoc test) 検定による年次変化の検討の結果、1998年の $N=7$, $\text{Mean}=267.9$ 点, $\text{SD}=33.06$ に対して 2005年が $N=6$, $\text{Mean}=340.2$ 点, $\text{SD}=7.67$ と有意に上昇 ($p < 0.05$) を示していた。2002年以降に大きな上昇がみられたので、1998年から2001年まで ($N=25$,

Mean=277.3点, SD=29.52)と2002年以降2005年まで(N=25, Mean=317.97点, SD=49.11)の2群に分けて男子飛板飛込選手の競技成績平均値の比較をしたところ有意差が認められた($p<0.01$). 女子飛板飛込競技得点も一元配置分散分析(One-factor ANOVA)で有意な上昇($p<0.01$)を認めた. 多重比較(Post-hoc test)検定による年次変化の検討では, 1998年はN=7, Mean=239.2点, SD=23.18に対して2005年のN=6, Mean=302.3点, SD=34.47へと有意な上昇($p<0.05$)を認めた. 1998年から2001年まで(N=23, Mean=267.6点, SD=27.85)と2002年以降2005年まで(N=25, Mean=293.5点, SD=38.46)の女子飛板飛込選手の競技成績平均値を比較したところ, 有意差が認められた($p<0.05$). 男女とも制限選択飛び

得点の一元配置分散分析(One-factor ANOVA)でも有意な上昇($p<0.05$)を認めた. しかしながら男子高飛込競技得点と女子高飛込競技得点の年次変化には, 一元配置分散分析(One-factor ANOVA)で統計的差を見出すことが出来なかった.

3-4) 競技得点と体力テストスコアの年次変化

各年の競技得点の平均値と体力テストスコア平均値の変化をみると図2のように, 男子は体力テストスコア(PSPT)軸方向で1998~2000年と2001年~2005年との間, 競技得点軸方向では1年遅れて1998~2001年と2002~2005年との間で大きな変化を生じていることが認められた. 女子では体力テストスコア軸方向のみの変化であるが1998~2001年と2002年~2005年との間に大きな変

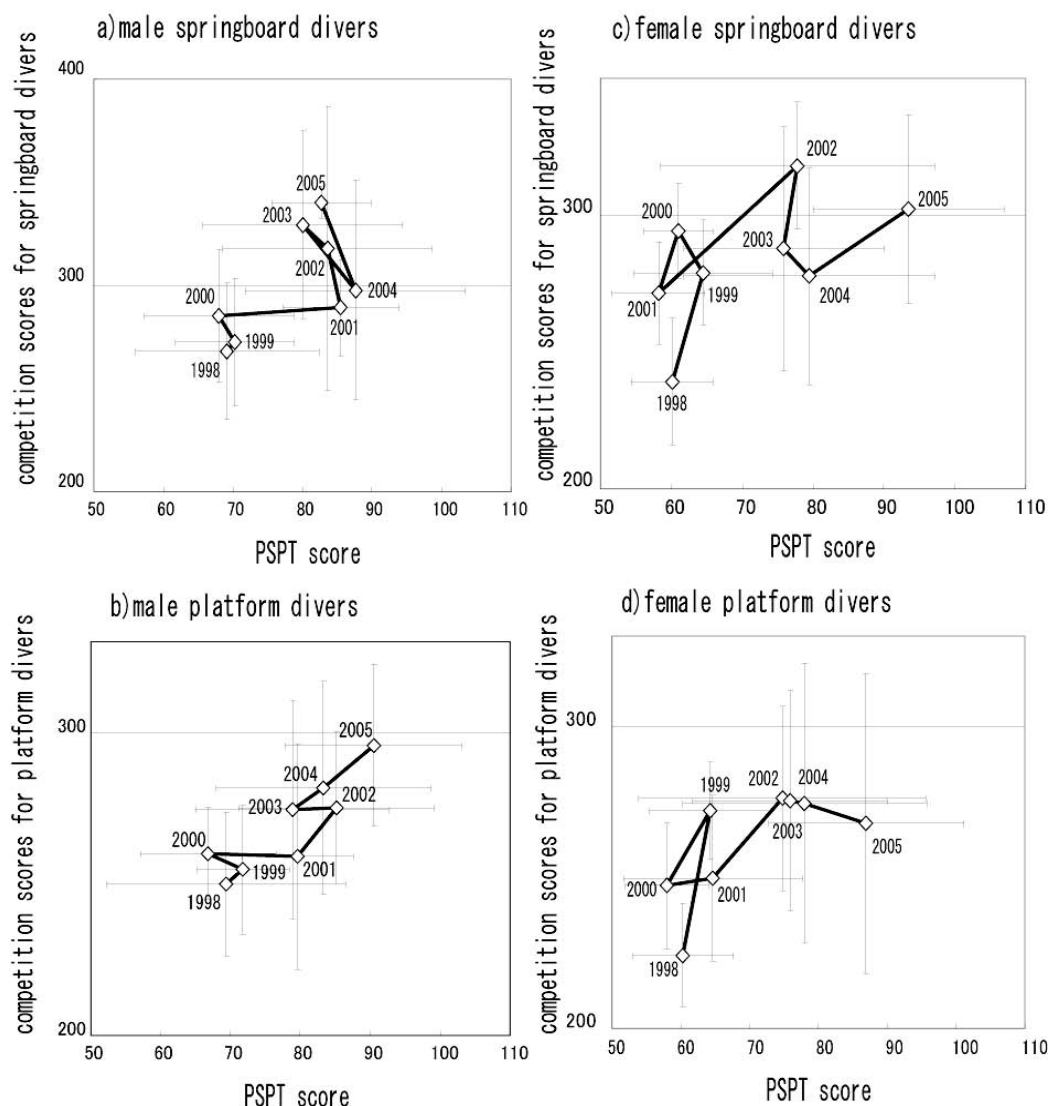


Fig.2 Relationship between PSPT scores and competition scores for a) male springboard divers, b) male platform divers, c) female springboard divers and d) female platform divers in junior high school swimming competition.

化が生じている。しかしながら、2次元グラフでのポートフォリオ的視座でみると、男子は1998年～2000年の2年間と2001年～2005年の4年間で別のコロニーを示し、女子は1998～2001年の3年間と2002～2005年の3年間に別コロニーになるような様相の所見であった。なお、年毎の体力テストスコアと競技得点との関連については男子高飛込のみに正の相関関係を認めた ($N=8$, $r=0.88$, $p<0.01$)。

4. 考察

1998年から2005年までのジュニア強化指定選手（男子飛板飛込、男子高飛込、女子飛板飛込、女子高飛込）の体力テストスコアの年次漸増変化が一元配置分散分析（One-factor ANOVA）により認められた。この体力テスト結果および競技力の向上の原因としては、まず、野村・後藤により1998年に開発された体力テスト⁹⁾およびトレーニング方法⁶⁾が普及したことがあげられる。それに加え、年々高得点化、高難易率化している世界レベルの飛込競技¹⁰⁾に迫いつくために、2000年以降の強化策で日本水泳連盟飛込委員会強化部が基本技術及び基本技能の改善定着を目指し、幼少よりの一貫指導に優れた中国のトレーニング方法⁸⁾を2001年、2002年に取り入れ、野村らの体力テストをあわせて実施したことが寄与していると考えられる。さらに、体力テスト実施により基本技術要素として陸上宙返りや入水技術、踏切助走の正しいメカニズムが全国的に統一されたことも影響して、体力テストスコアの向上と競技会でのパフォーマンスの向上に繋がっていったと考えられる。またこの体力テストは選手とコーチが競技に必要な体力項目の現状を簡便に数値で日々知ることができるため毎日の陸上トレーニングにおいて具体的な数値としての目標設定をすることも容易になった⁴⁾といえよう。中国のトレーニング法の具体的な内容は、中国ナショナルコーチの経験を持ち、特にジュニア指導に優れた中国上海チームの史恵国氏を招聘して行われた強化合宿（2001年12月、2002年1月）での練習方法（柔軟、腹筋群・背筋群の強化、ジャンプ力強化、倒立、回転捻り、陸上宙返り、トランポリン、陸上板からなる陸上練習、および、入水動作、踏切助走のプール練習から構成され、特に陸上練習を重視することが特徴的）であり、とりわけ、肩の柔軟、上体起こし、V字腹筋、タックやパイク動作を含めた腹筋群の強化、

オーバーシュートを組み合わせた倒立練習、踏切を含めたジャンプ力の強化をねらいとした練習が多い。この指導内容は体力テスト測定項目と一致していたため、体力テストとの整合性も確立され、さらなる普及および向上を助長した要因になったと考えられる。

中学男子飛板飛込競技と中学女子飛板飛込競技の得点も一元配置分散分析（One-factor ANOVA）で有意な上昇が認められた。これらは主に2001年のFINAジュニア競技ルールが改正されたことを受け、2002年国内競技のルール改正により制限選択飛びが1メートル飛板から3メートル飛板になったことに起因する、より宙返り数の多い種目、あるいは安定した入水が求められ、そのための体力が必要不可欠になったと推察される。

次に、1998年から2005年までのジュニア強化指定選手（全国中学校選抜水泳競技会決勝進出者）の体力テスト項目の年次変化の特徴としては、中学男子飛板飛込選手の肩回旋幅・立ち幅跳び・30秒間上体起こし・鉄棒脚拳上・後宙返り・前逆宙返りの有意な向上（一元配置分散分析：One-factor ANOVA）と、中学男子高飛込選手の肩回旋幅・30秒間上体起こし・鉄棒脚拳上・倒立姿勢・後宙返り・前逆宙返りの有意な向上（一元配置分散分析：One-factor ANOVA）が挙げられる。同様に中学女子飛板飛込選手と中学女子高飛込選手では、30秒間上体起こし・鉄棒脚拳上・倒立姿勢に有意な向上（一元配置分散分析：One-factor ANOVA）が挙げられる。それぞれの向上項目はトレーニング効果の指標項目として、今後活用していくべきものと思われる。さらに、飛板飛込、高飛込のいずれの競技の中学男女選手にも共通して向上していたのが、30秒上体起こしと鉄棒脚拳上であり、タックやパイクを素早く、しっかり締めるといった姿勢保持・フォームづくりのための腹筋群の強化がトレーニングで実行されたことと関係していると考えられた。中学男子飛板飛込選手および中学男子高飛込選手に共通して向上していた項目は、陸上宙返りと肩回旋幅であり、中学男子競技において宙返りの能力は高難易率種目を飛ぶために必須であり、肩回旋幅が狭いことは、上方への跳躍距離を増すためと、入水時の衝撃に適應するために必要な能力であると考えられる。特に男子選手は女子に比べ関節の柔軟性がもともと低く、効果的な肩のストレッチトレーニングで年々可動域が広がっていたとも考えられた。中学男子高飛込選手、中学女子飛板飛込選手と中学女子

高飛込選手で上昇した項目は倒立姿勢であり、体幹を保持する筋力を必要とし、競技の入水の姿勢に大きく関係していると思われた。女子選手は宙返りの能力よりも体幹を保持する筋力の向上がみられたことより、中学女子選手には入水ラインの向上がおこったと考えられた。一方、立ち幅跳びの能力が中学男子飛板飛込選手のみ向上していたことは、深代による「立ち幅跳び動作の巧みなものは下肢関節の動きが大きく股関節の屈曲時間は長いが膝関節の伸展時間が短い」²⁾という指摘と関係して興味深い結果を得たと思われ、今後、立ち幅跳びと飛板飛込の踏切動作との関係や、踏み切り動作の習熟と発達年齢との関連をさらに検討する必要性を示唆されたものといえよう。

2001年に男子選手群の体力テストスコアが上昇し、女子選手群より一年早く向上した原因については、i)男子選手の30秒上体起こしの向上が女子より1年早く起こっていることから、男子選手の方が筋力トレーニングの結果が早く現れたものと考えられた。しかしながら、米国飛込ナショナルチーム男子選手は競技力と下肢筋力に高い相関がみられたが女子選手には相関がなかったという報告³⁾を踏まえると、競技力と筋力・筋肉の性質には、本質的に男女差があり、そのことが反映された結果ともいえる。ii)男子選手に後ろ宙返り、前逆宙返りの技術向上（上体先行の後方宙返りは演技後半場面での入水時の安定性に欠けるため、そのポイントをテスト項目で評価することにより質の高い宙返り技術の習得を助長）があったことから男子の方が早く体力テストスコアが向上したとも考えられた。

本研究の検討結果として、7年間の体力テスト実施により体力テストは効果的かつ信頼できるものになったと思われる。さらに、向上した項目から中学生のトレーニングの重点要素が判明し、それを中学生の現場指導に活かすべきと思われた。今後、本研究の体力テストの結果とトレーニング方法との整合性を更に深めることで指導現場において各選手のデータを効果的に活用できるよう体力テストを更に普及・改善し、実際のパフォーマンスの向上を目指すトレーニング改善の指標となるような知見追加を行っていききたい。そのひとつひとつを通じて競技人口の少ない飛込競技で優れたタレント性を持ったジュニア選手の発掘や具体的トレーニング内容のどれと競技パフォーマンスや体力テスト項目とが密接に関係する

のかを検討していきたい。その際出来る限り因果関係を究明できる調査デザインを工夫して現場研究していける事が、効率的・効果的な選手の強化育成をさらに可能にすると思われる。

謝辞

本研究への資料提供、測定協力および研究検討に対しての指導・助言をいただきました財団法人日本水泳連盟飛込委員会に本紙面をお借りし深謝いたします。

【参考文献】

- 1) Falk, B., Lidor, D., Lander, Y. and Lang, B. (2004) Talent identification and early development of elite water-polo players: a 2-year follow-up study. *J. S. Science*. 22: 347-355.
- 2) 深代千之 (1990) 跳ぶ科学. 大修館書店: 東京, pp33
- 3) Gerard, E. S., Caiozzo, V. J., Rubin, B. D., Prietto, C. A. and Davidson, D. M. (1987) Skeletal Muscle profiles in elite springboard and platform divers. *Am. J. Sports. Med.*, 15(2):125-128
- 4) 政岡貴幸, 山本正嘉 (2007) 高校剣道選手の競技力向上に関する研究. *スポーツトレーニング科学* 8: 73-79
- 5) 日本水泳連盟編 (2005) 水泳コーチ教本第2版. 大修館書店: 東京, pp197-199
- 6) 日本水泳連盟編 (2005) 水泳コーチ教本第2版. 大修館書店: 東京, pp268-289
- 7) 日本水泳連盟編 (2005) 水泳コーチ教本第2版. 大修館書店: 東京, pp330
- 8) 日本水泳連盟飛込委員会 (2001) 2001年度日本水泳連盟強化宿資料
- 9) 野村孝路, 後藤真二 (2000) 飛込競技選手の体的特徴に関する一考察. *日本体育学会大会* 50: pp485
- 10) 野村孝路 (2005) 飛込界のノーティカルチャート. *水泳水中運動科学* 8: 29-31
- 11) 田中千晶, 本間美和子, 川原貴, 村田光範 (2004) 小学生ジュニア強化対象選手シンクロナイズドスイミング競技者における身長およびプロポーションの特徴. *水泳水中運動科学* 7: 35-40
- 12) 種田行男 (1992) 女子カヌー選手の競技力を高める体力要素は何か. *Coaching Clinic* 7(5): pp25-29
- 13) 戸蒔晴彦, 鈴木滋 (1993) サッカーのトレーニング. 大修館書店: 東京, pp14-18