

飛込競技における入水技術についての研究

吉田 章・前田 寛・森井 博之*

A Study of Entry Technique in Competitive Diving

Akira YOSHIDA, Hiroshi MAEDA and Hiroyuki MORII*

With the development of no-splash entry techniques the entry phase of the dive has become increasingly important in the judgement of diving performances. Until recently there has been little scientific research concerning the specific movement characteristics of the entry techniques in competitive diving.

Examining flight form, under water form, impact force and sound of impact, this study attempts to identify the main factors which enable divers to enter the water without apparent splash.

As the result of analysis, the following conclusions were reached.

1. The results of the analysis showed insignificant correlation between the size of splash and the grip style of hands upon entry into the water, which was thought to be of great importance among the coaches. Similarly the "Saving" (forward rolling motion after entry) had no significant effect on the amount of splash. However, there was a significant correlation between the volume of splash and the shoulder width upon entry.
2. Analysis of the sound of impact data indicated that a stretched, tight body position is important for the desired type of entry. In addition, the grip style of hands is important for a rip sounds.

Ⅰ 緒言

飛込競技**は、通常5～7人の審判員により、飛込演技のプロフィールについて採点をすることによって行われる。そして「飛込競技規則」によれば、「審判員は各自の判断によって、½点単位で0点より10点までの点数により採点をする。」となっており、採点に考慮する要素として、

- ① 助走
- ② 踏切**
- ③ 空中における飛込演技の技術および美しさ
- ④ 入水

の四項目をあげている⁵⁾(図-1)。

* 筑波大学体育研究科研究生

** “飛込競技、踏切”等、送り仮名の使い方が、当用漢字のそれとは異なっているが、今日の「飛込競技規則」で使用されている記述方法にそって記す。

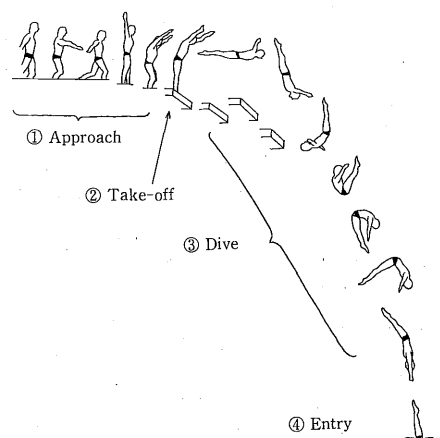


Figure- 1 Factors of Diving Performances for Judgement

Table-1 . Physical Characteristics and Career of Subjects

No.	Subjects	Age (yrs)	Sex	Height (cm)	Weight (kg)	Career (yrs)
1	Y.K.	19	Female	165.0	60.0	8
2	K.O.	19	Male	162.0	53.0	4
3	H.M.	23	Male	172.0	70.0	12
4	A.Y.	20	Female	162.0	52.0	2
5	N.I.	20	Female	165.0	52.0	3
6	A.M.	22	Female	160.0	49.0	8
Mean		20.5		164.3	56.0	6.2
S. D.		1.5		3.9	7.1	3.5

近年の飛込競技における採点の中で、この入水の占める割合が年々大きくなってきており、飛込演技全体の完成度を評価する上で、非常に重要なものとされるようになった。それは、入水に際して今日まで重要視されてきていた角度という観点とは別に、以前には考えることすらできなかった“ノー・スプラッシュ”といった水しぶき（スプラッシュ）の処理技術が採点要素に加わってきたからである⁶⁾。そして現在では、このノー・スプラッシュ入水無くしては、国際大会において上位の成績をあげることは極めて困難な状況となっている。

このノー・スプラッシュ・テクニックとは、飛込演技を終了して水面に突入する際に、できる限り水しぶきを立てないようにするものであり、加えて特徴的な衝撃音（Rip Sound）を伴うものとされ、更に図-2のように区別されている^{1),2)}。従

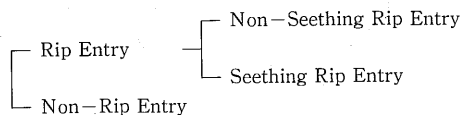


Figure-2 . Classification about the No-Splash Entry

って現在の飛込演技の中における入水については、

- ① 入水角度
- ② 入水姿勢
- ③ スプラッシュ量
- ④ 入水音

の四つの観点から評価され、採点されていると言っている³⁾。しかしながら現在のところ、この入水という動作は飛込競技独自の動作であり、更に10mからの飛込の場合で水面では秒速約14mにも達

する速度の中で行われる一瞬の現象であるところから、その詳細についての解明が遅れている⁷⁾。

本研究は、飛込演技の中で使用される様々なタイプでの入水を行うことにより、水しぶき（スプラッシュ）量の多少の差異、ならびに衝撃音について検討し、ノー・スプラッシュ入水を行うための技術を明らかにすることを目的として行ったものである。

II 方法

1. 被験者

被験者としては、大学生飛込競技選手6名を用いた。被験者の各々の特徴については、表-1に示した。また被験者には、動作解析のための計測点として、①左右手首茎状突起、②左右肩峰点、③左右肘関節、④左右足外果、の計8ヶ所にテープで印を付け、試技を行わせた。

2. 試技

水面からの高さ5mの位置にある固定台から、飛込競技で用いられる基本的な頭からの入水を、表-2に示したとおりの4例について試技を行わせた。また被験者には、腰の部位にベルトと粘着テープを用いて加速度計を装着し、試技を行わせた。

Table-2 Attached Condition for Trials

	Condition of Entry		
	Type of Grip	Body Position	Saving
A	Flat Palm	Head First	With Saving
B	Flat Palm	Head First	With Saving
C	Make Fist	Head First	None Saving
D	Straight Palm	Head First	None Saving

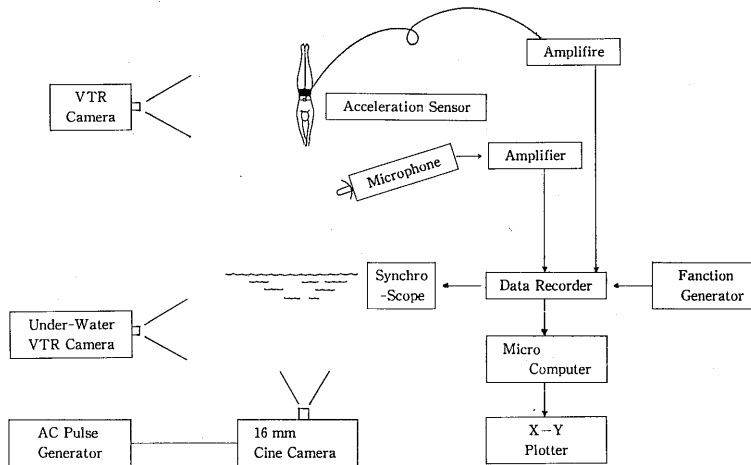


Figure-3 System Block about the Experimentation for the Diving Entry

Table-3 Judging Standard depending the Amount of Splash

Type	Conditions	Scores
a	No Splash Seething Perfectly	1
a'	Little Splash Seething with Rip	2
b	Little Splash Seething without Rip	3
b'	Lots of Splash Seething	4
c	Great Deal of Splash Seething	5
d	Great Deal of Splash Seething with Failure	6

3. 実験装置および解析方法

試技について、①入水前の空中姿勢、②入水後の水中姿勢、③スプラッシュ量、④衝撃量、⑤衝撃音のそれぞれについて記録するために、16ミリ撮影機(ボレックス)、ビデオ撮影機、水中ビデオカメラ(ロータリー・シャッター)、加速度計、集音マイクを用いて図-3のとおり配置し、データを収録した。

解析にあたっては、16ミリ・フィルムとビデオ・テープについては、それぞれフィルム・モーション・アナライザー、ビデオディスク・モニターを用いて入水角度、スプラッシュ量、入水時のフォームについて解析した。なおスプラッシュ量の判定には、6段階から成る判定基準(表-3)を作成し、それに基づいて行った。また、衝撃音と加速度計の変位による衝撃量については、増幅した後にデータ・レコーダーに収録し、デジタル・メモリーを介してマイクロ・コンピューターによって処理し、解析と作図を行った。

III 結果および考察

実験によって得られた結果について、本研究では次のような観点に基づき、結果の整理および考察を行った。

1. 手の握り方とスプラッシュ量との関係

飛込競技では、入水に際して表-2に示したような様々な手の組み方を行うことが可能である。これらの中で今日までは、両方の手でげんこつを作って入水する方式が主体を占めていた。ところが近年になって、ノー・スプラッシュ入水が行われるようになって共に、両方の手のひらを広げたまま組み合わせる方式が多く行われるようになった。このためにコーチや選手の間においては、この手の組み方がノー・スプラッシュ入水を可能にする唯一の要因であるとすら考えられるようになった。

そこで本研究では、平手入水(Flat Palm)、げんこつ入水(Make Fist)、指先伸ばし入水(Straight Palm)の3つのタイプでの入水を行い、スプラッシュ量との関係について検討を行ったが、カイ自乗検定の結果有意な関係は認められなかった(表-4)。

2. 入水角度とスプラッシュ量との関係

入水に際してとられる身体の水面に対する角度については、従来から水面に対してあくまでも垂直であることが重要であるとされてきていた。しかしながら本研究の結果、身体の入水角度が身体重心の移動軌跡にそっている場合に、スプラッシュ量が少なくなることを明らかにすることができ

Table-4 Frequency of Splash Condition for each Types of Grip

	A・B	C	D
a	0	0	0
a'	2	0	1
b	4	5	1
b'	1	3	1
c	1	0	2
d	0	0	0
χ^2	15.41*	29.81**	3.40

* p < 0.01 ** p < 0.005

た。

3. セービングとスプラッシュ量との関係

セービングとは、入水時に水面下において姿勢を調節することにより、入水の完成度を高めようとする技術のことである。この技術についても、従来よりノー・スプラッシュ入水を行うためには不可欠のものであると考えられてきていた。しかしながら本研究の結果、セービング動作の有無に

Table-5 Frequency of Splash Condition for Saving

	With Saving	None Saving
a	0	0
a'	2	1
b	4	4
b'	1	1
c	1	0
d	0	0
χ^2	15.41	25.01

Table-7 Interrelations of three Variables

Subjects	Enclosed Area by Arms (m ²)		Acromion Breadth (cm)		Score of Splash Condition	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
1	0.112	0.02	29.8	1.76	3.333	0.94
2	0.106	0.02	27.3	0.85	1.700	0.87
3	0.149	0.01	34.1	1.63	3.286	1.03
4	0.111	0.01	28.7	0.79	2.000	0.00
5	0.115	0.01	30.0	2.10	3.500	0.50
6	0.105	0.01	26.9	1.37	1.300	0.93
MEAN	0.116	0.02	29.5	2.32	2.518	0.88

よるスプラッシュ量の変化については、カイ自乗検定の結果有意な関係は認められなかった(表-5)。

4. 入水時の衝撃音と衝撃量およびスプラッシュ量との関係

水面への物体の衝突によって生じる水しぶきは、その量に関しては衝突時の衝撃量の大小に比例するものと考えられる。従って、身体が水面を通過する間における衝撃量の変化について検討した。

衝撃量の最大を示す波型は、音量の最大を示す時期より0.02秒遅れて出現している。映像と合わせて解析をした結果、音量の最大を示すのは手部が水面に到達した時点であり、また衝撃量が最大を示すのは肩部が水面に到達した時点であることが明らかとなった。更に、この時点における衝撃量の大きい試技においては、スプラッシュ量も多くなる傾向が認められた(表-6)。

Table-6 Relationships between the Splash Condition and the Impact Forces (-G)

	Score of Splash Condition	Impact Forces (-G)
A	2	5.25
B	0.5	2.38
C	1	4.17
D	1	0.79

5. 入水時における肩峰幅ならびに左右上肢の作る面積とスプラッシュ量との関係

入水に際して衝撃量の最大を示す肩部に着目し、入水時における肩峰幅および左右上肢と両肩峰点を結ぶ線によって作られる面積(以下においては上肢面積と呼ぶ)とスプラッシュ量との間における関係について検討した。

表-7は、上肢面積と肩峰幅およびスプラッシュ

Table-8 Correlation Coefficients concerning the Splash

	Enclosed Area by Arms	Acromion Breadth
Score of Splash Condition	0.572	0.807*

* $0.1 \leq p < 0.05$

量について、各被験者ごとに表わしたものである。その結果、スプラッシュ量と上肢面積および肩峰幅の間には、それぞれ相関係数 $\gamma=0.572$, $\gamma=0.807$ といった値が得られた(表-8)。

このことから入水時の肩峰幅とスプラッシュ量の間には、正の有意な相関関係がみとめられ ($0.1 \leq p < 0.05$)、肩峰幅を小さくすることがスプラッシュ量を少なくする上において重要な働きを及ぼすと言うことができる。

6. 入水技術と音との関係

完成度の高い入水を行った場合に伴うとされている衝撃音 (Rip Sound) について明らかにするために、スプラッシュ量を中心とした入水技術の評価と音についての分析結果について検討した。

音の分析については、A/D変換時のデジタル・メモリーによる遅延装置を用い、サンプリング・

タイムによる周波数分析限度を考慮して音の波形を区分し、マイクロ・コンピュータによってFFT (高速フーリエ変換) スペクトル分析を行い、音の周波数成分の時間的推移を見た(図-4)。

それによれば、技術評価の高い方の入水音は、技術評価の低いものよりも高い周波数成分がわずかに多く、音の減衰もより単調でより早い傾向があり、技術評価の低い方の入水音は音の減衰が前者に比べて遅く、低い周波数成分がより後まで残る傾向があった。

以上のことから望ましい入水音は、一般に音の減衰がより早く、低い周波数成分が少ないという傾向が見られ、このことは前田ら(1983)による各種模型モデルを用いた水撃音についての分析から、なるべく硬く、緩衝作用が無く、平面的であることがその条件としてあげられている⁴⁾。

これらのことから、飛込演技における入水時には、実際の衝撃面である手のひらの組み方や水面での衝撃に負けないような腕の伸ばしや身体の緊張などに注意をはらい、水面衝撃における身体の緩衝作用を少しでもおさえることが、入水音による入水技術評価の観点からは重要であると考えられる。

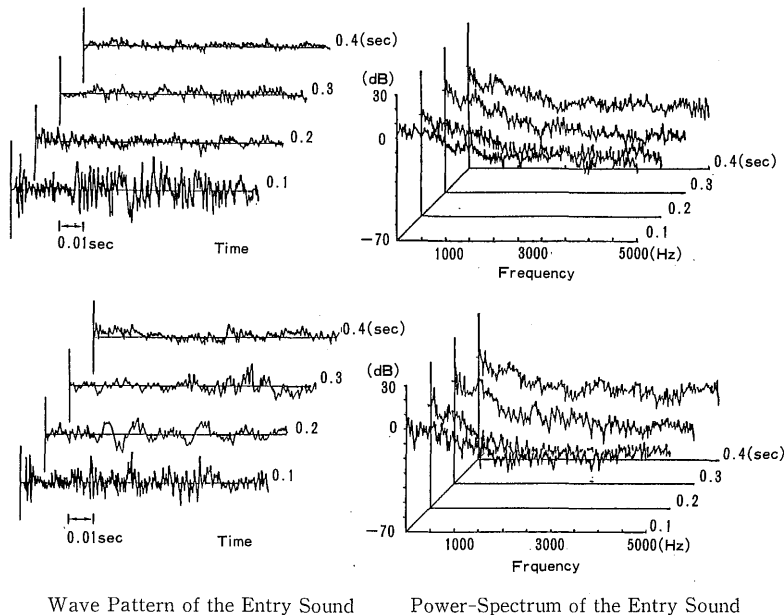


Figure-4 Analysis of the Sound at the Moment of Entry
(above : Highly Skilled, below : Low Level)

IV 要約

飛込競技における入水技術については、運動の特性から今日までその詳細について科学的に明らかにされることがほとんど無かった。しかしながらノー・スプラッシュ入水の出現と共に、この入水技術は飛込演技全体の完成度を評価する上で、非常に重要な役割をになうようになった。

本研究では特にスプラッシュ量を中心として、空中姿勢、水中姿勢、衝撃量、衝撃音の観点から、望ましい入水技術についての検討を行い、次のようなことを明らかにすることができた。

- ① 今日まで手の組み方に技術の秘訣があると考えられていたノー・スプラッシュ入水技術であるが、その主要な部分は肩部にあり、入水時の肩峰幅とスプラッシュ量の間において正の有意な相関関係のあることを明らかにした。また同様に重要視されていたセービング動作についても、スプラッシュ量との間において有意な関係は認められなかった。
- ② 入水時の音についての分析から、望ましい入水を行うためには、身体の強固な緊張状態が重要であることを明らかにした。また手のひらの組み方は、望ましい入水音 (Rip Sound) を生ずる上において有効な働きをしていることが明らかになった。

本研究の一部は、日本体育学会第34回大会において発表した。

参考文献

- 1) Brown, J. G. and L. D. Abraham: Characteristics of Entries in Competitive Diving. Proceedings of the U. S. Diving Sports Science Seminar, D. Golden (Ed.) 1981, pp109-117.
- 2) Brown, J. G., L. D. Abraham and J. J. Bertin: Descriptive Analysis of the Rip Entry in Competitive Diving. Research Quarterly for Exercise and Sport, 1984, Vol.55, No.2, pp.93-102.
- 3) McCormick, J. H., P. Subbaiah and H. J. Arnold: A Method for Identification of Some Components of Judging Springboard Diving. Research Quarterly for Exercise and Sport, 1982, Vol.53, No.4, pp.313-322.
- 4) 前田 寛, 小林一敏, 吉田 章ほか: 飛込競技の入水に伴う水撃音についての一考察, 第10回東京体育学会発表論文, 1983.
- 5) 日本水泳連盟: 規則集: 飛込競技規則, 1981~1984, pp.329-358.
- 6) 吉田 章, 森井博之ほか: 飛込競技におけるノー・スプラッシュ入水技術に関する研究, 日本体育学会第34回大会大会号, 1983, pp.563.
- 7) 吉田 章, 森井博之: 飛込競技における身体運動のメカニズム, Japanese Journal of Sports Sciences, 1983, Vol.2, No.7, pp. 509-517.