

# 7 バイオメカニクスからみた飛び込み事故の特徴と予防への提言

野村照夫 (財)日本水泳連盟医・科学委員長、京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科・教授

スタート台からの飛び込み（以下スタートという）の失敗は、ゴーグルが外れる、腹や足を水面で打つ、思ったより深く入りすぎて“ヒヤッ”としたなどの軽微なもの<sup>17)</sup>から水底への衝突事故<sup>6), 7), 11), 20)</sup>まで様々である。スタートの事故にはスタート台の高さやプール水深などの施設に関する要因<sup>11)</sup>、安全教育の不足<sup>4), 8)</sup>や監視体制の不備<sup>16), 25)</sup>などの運営に関する要因などの外的要因や当事者のスタートへの心構え<sup>25)</sup>、スタートの技能<sup>22), 23)</sup>、体格や体調<sup>5)</sup>など心技体に関する内的要因が程度の差こそあれ関与する。ここでは、外的要因としてスタート台、プールおよび教育を取り上げ、内的要因としてスタート技術およびスタートの動作パターンを取り上げ、バイオメカニクスの観点から飛び込み事故の特徴を検討し、事故を防ぐための方策を提言する。

上がった場合、重心位置は、立位で水面から1.5～1.7m、前屈位で1.1～1.3mの高さになる。スタートは台上の構えが高いほうがより高所からの落下を伴うため、入水後深く潜る可能性がある（到達深度）。

スタート台には、10°以下の傾斜が認められている。この傾斜が大きいと身体の前傾を招きやすく、台上に立つには不都合であるが、身体を前方へ投げ出すスタート動作では、動き始めに前転トルクを生じ、前屈位から伸展する際の後転トルクによって身体の前後転が制御される。この飛び出し動作で下腿を前傾させ水平に近づけることによ

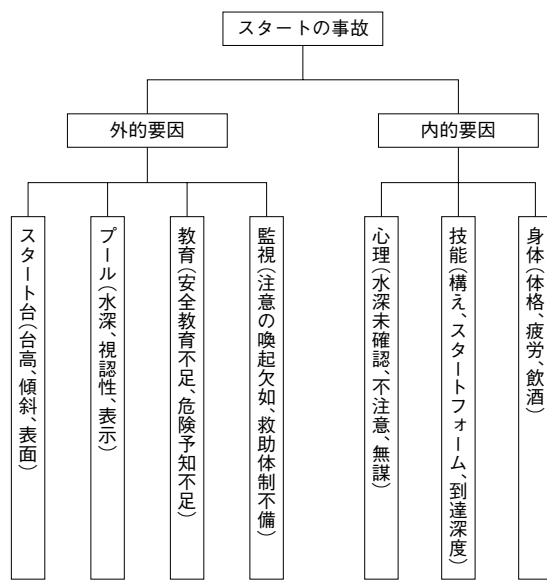


図1 スタートの事故に関する諸要因

## 1. 外的要因

### (1) スタート台

競技用のスタート台高は水面から0.5～0.75mである。比重心高（身長に対する重心の高さ）は立位の場合55～56%であり、スタート台前縁を握って前屈した場合の比重心高は32～33%になる<sup>1)</sup>。したがって、1.7mの成人がスタート台に

り、膝伸展が蹴る力の水平成分を増すことに貢献する<sup>15), 24)</sup>ので、スタート台の前傾は、水平方向へ蹴りやすい特性があると言える。

スタート台は、滑りにくい表面加工がなされている。台面の摩擦係数は、乾燥時に比べ水に濡れたときには5～25%低下するので<sup>14)</sup>、スタート台の排水性も重要である。また、摩擦力は垂直荷重に比例するので、強く蹴る直前にみられる抜重動作や離台直前で垂直荷重が小さくなる時<sup>3), 10)</sup>に滑る可能性がある。水平方向へより大きな力を発揮するためには、台の前縁に足指をかけて蹴ることが求められる。

## (2) プール

スタートによる到達深度は、スタート動作が影響する。プールサイドから飛び込んだ実験では入水速度が4.99m/sで、0.25秒後に水深1.17m/sに達し、0.5秒後には水深2.10mに達し、最終的に水深3.74mまで達したと報告されている<sup>2)</sup>。危険の察知と回避行動は、単純全身反応時間より複雑な判断を伴うため、0.25秒以上かかると推察される。また、前屈姿勢から台を積極的に蹴らずに下方へ入水すると到達深度は約2mに達する<sup>12)</sup>と報告されているので、水深の浅いプールでは危険を回避できない可能性が高い。プールサイドもしくはスタート台からのスタートによる水底衝突事故の97%は1.35mより浅いプールで発生し、水深1m前後が最も多い傾向にある<sup>11)</sup>。これらのことから、水深1mに満たないプールでは飛び込まず、水中スタートのみとすべきである。

また、選手の通常のスタートの到達深度は0.7～1.22mである<sup>9)</sup>。水深1.5mのプールで到達深度が0.7mであった小学生水泳選手が、水深0.8mになるように塩化ビニール製ネット疑似水底を設

置したプールで浅くなったことを認識させてスタートした結果、到達深度は0.55mに減少した。これは、入水角には大きな違いはみられなかったが、入水期に腕を水平方向へ向けることによって、進行方向が修正されていたことによる<sup>17)</sup>。しかし、身長や体重といった体格やスタート技能の習熟度によって、到達深度は大きくなる。

したがって、1～1.35mのプールでのスタートは、技能を身につけた者が、自分自身で水深を確認したうえで、慎重に行う必要がある。とくに満水からの水位の変化、透明度などにより実際の水深がわかりにくい場合があるので慣れたプールであっても確認する必要がある。表1にアメリカのプール水深に関する諸規定をまとめた。

## (3) 教育

スタート動作を教える際の事故防止策として、指導者がスタート台やプール水深とスタート動作の関係を把握し危険予知する能力を高めることや学習者の能力に応じた段階的指導があげられる。段階的指導では、泳法指導の他に、技能の習得状況に応じて、徐々に進める必要がある。

全体の流れ<sup>12)</sup>は以下ようになる。

- ①安全教育 (危険の周知)
- ②水中ポジショニング (浮漂、潜る、逆立ちなど)
- ③グライディング (ストリームライン姿勢、けのび、いるか飛びなど深さのコントロールも含む)
- ④立ち飛び (水中台から、プールサイドからなど段階的にエッジに足指をかけて、滑らないように前方へジャンプし、安全な着地をする)
- ⑤水平飛び (1m未満の場合は立ち飛びに留める。腰掛けスタートから片膝スタートへと進む。腕を下から前へ振ることで身体を水平に