

高所トレーニング研究班

主 査 森谷 暢

研 究 員 高橋雄介

客員研究員 加藤健志, 石川三知, 吉井 純, 九鬼 良

1. 研究概要

本研究班では、エリートレベルにある男子競泳選手を対象に、競泳トレーニングプログラムにおける“Live-high, Train-high”型（LHTH型）の高所トレーニングの在り方について、とりわけ、「競技力向上を目的としたトレーニングプログラムの中で検討・設定された高所トレーニング合宿」に関する研究を推し進めてきた。これまでに、「強化目的」で行われた3～4週程度のLHTH型高所トレーニング合宿時の、①対象者の体調の変動、②Lactate Curve Testより導出された泳速度-血中乳酸濃度曲線の推移、さらには③酸化ストレス度および抗酸化力の変動等を測定・分析し、高所トレーニングの効果を最大限に引き出すためのトレーニング処方について検討を重ねてきた。

■国内調査・測定＜高所トレーニング合宿の概要と測定方法＞

本年度では、高所トレーニング、その後に行われるプレテーパーおよびテーパーを含む、目標とする競技会前のトレーニングプログラム実践中の酸化ストレス度、抗酸化力およびレドックスバランスと、当該競技会における競技成績との関連性について検討を加えることとした。

研究対象としたトレーニング期間は、2025年2月2～22日にアスリーツパーク湯の丸（長野県東：海拔1750m）で実施された高所トレーニング期（21日間）と、その終了7日目から開始されるプレテーパー期（8日間）およびテーパー期（10日間）を含む、26週間に及ぶ2025競泳シーズン上半期（2024年9月23日～2025年3月23日）とした。当該トレーニングプログラムに自発的に参加したエリートレベルにある男子大学競泳選手は5名であった。高所トレーニング合宿は、第100回日本選手権水泳競技大会（2025年3月20～23日）をゴールとする26週間の競泳トレーニングプログラムにおいて、20～22週目に計画されたものであり、その主要な目的は高強度の競泳トレーニングの実施であった。ここでは、3～4日間のトレーニング日（1日に1～2回の競泳トレーニング）と1日の休息日で構成した短期トレーニング期を1単位期とし、合計5期に分けてトレーニングプログラムを作成した。第1期（2月2～5日）については、低圧低酸素環境に対する馴化期とし、通常のトレーニングの60～70%程度の泳距離を低～中等度の運動強度の競泳トレーニングとしたが、第2期（2月6～10日）、第3期（2月11～15日）、第4期（2月16～19日）および第5期（2月20～22日）では、何れにおいても、競泳トレーニ

ングカテゴリーにおける EN 4～AN 2 に相当する高強度のインターバルトレーニングを中心とする、質的負荷を高めた競泳トレーニングプログラムを処方した。この点、高所トレーニング開始前（3 週間の平均値）、高所トレーニング第 1～5 期におけるそれぞれの高強度トレーニングの総泳距離に対する処方割合は、9.0%、1.9%、11.7%、10.6%、8.2%、4.8%であった。高所トレーニング終了から 6 日間（第 6 期）は、高所トレーニング後の適応期とし、泳距離および上述の高強度トレーニングの割合（6.6%）をほぼ半減させ、疲労回復に努めた。その後 8 日間にあたる第 7 期をプレテーパー期とし、ペースワークを含む高強度のトレーニングを 7.0% 程度実施し、テーパー期にあたる第 8 期（10 日間）では、1 回あたりのトレーニング量（泳距離）を漸減させるとともに、ペースワークなどの高強度トレーニングの実施割合を 4.0% 程度に抑えたプログラムとした。

本研究における主要な測定項目は、酸化ストレス度（Diacron-Reactive Oxygen Metabolites; dROMs）、抗酸化力（Biological Antioxidant Potential; BAP）およびそれらの比率である潜在的抗酸化能（BAP/dROMs）であった。これらを導出するための採血は、2025 競泳シーズン上半期のトレーニングプログラム開始から 72、99 および 133 日目（高所トレーニングの 6 日前）、高所トレーニングの各トレーニング期の最終日（合宿開始から 2、4、9、14 および 18 日目）、高所トレーニング終了から 3、12 および 20 日目（＝日本選手権の 6 日前）の起床から 30 分以内に実施した。dROMs および BAP は、指先より採取した血液サンプルから分離した血漿を用い、ウィスマー社製 FREE Carrio Duo によって導出した。

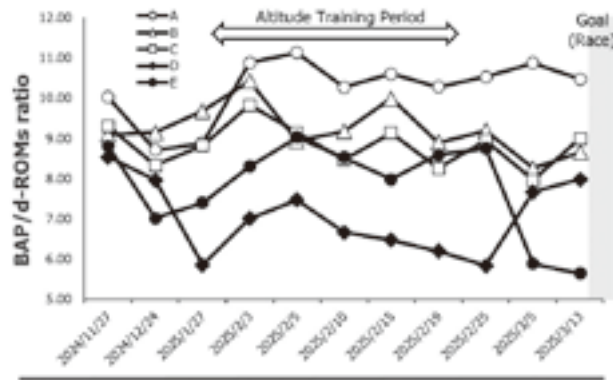


Fig. 1 Changes in BAP/d-ROMs ratio

■結果と考察

Fig. 1は、2025年競泳シーズン上半期において実施された潜在的抗酸化能（BAP/dROMs）の

変動を示したものである。第100回日本選手権水泳競技大会においてベスト記録を樹立した3名の潜在的抗酸化能についてみると、強化期である高所トレーニング合宿を通して高い値（A: 10.63 ± 0.38 , B: 9.48 ± 0.69 , C: 8.96 ± 0.62 ）が維持されていた。これらは、常圧常酸素環境において合宿開始前に3回実施した潜在的抗酸化能（A: 9.20 ± 0.72 , B: 9.30 ± 0.32 , C: 8.82 ± 0.48 ）と同等か、それよりも高かった。プレテーパー期からテーパー期においては、そのうち1名は依然として高い潜在的抗酸化能（A: 10.62 ± 0.22 ）が示されていた一方で、他の2名では若干の低下がみられた（B: 8.70 ± 0.47 , C: 8.63 ± 0.58 ）。これらの結果は、少なくとも強化期である高所トレーニング時に高い潜在的抗酸化能が維持されることが、その後のテーパー期の体調を良好に保ち、ひいては目標とする競技会で好成績を残すために重要である可能性を示すものといえよう。

他方、日本選手権において自己ベスト記録より劣る結果を示した2名について、そのうち1名は合宿期間中を通して低い潜在的抗酸化能が示され（ 6.76 ± 0.49 ）、高所トレーニング合宿終了後の適応期においてもその状態が続き（5.83）、テーパー期に入って漸く平地での平均レベルに戻っていた（高所トレーニング開始前: 7.45 ± 1.41 , 第7期: 7.67, 第8期: 7.98）。強化期においてレドックスバランスが低い状態にあると、高い負荷でのトレーニングを充分に実施し難くなるため、良好な結果を導き出すことは困難になると考える。最後の1名については、高所トレーニング期では比較的高い潜在的抗酸化能（ 8.48 ± 0.38 ）が示されていたものの、第7期から第8期にかけて感染症を患った影響で、極めて低い値（第7期: 5.88, 第8期: 5.64）に転じたことが響き、競技会では良好な結果を残すことは出来なかった。

レドックスバランスと競技成績との関係をより深く推察するために、今回対象とした第100回日本選手権に加え、2023年度および2024年度に行われた、充分なテーパーを経て挑む全国大会（第99回および第100回全日本学生選手権、パリ五輪代表選手選考会）における自己ベストを基

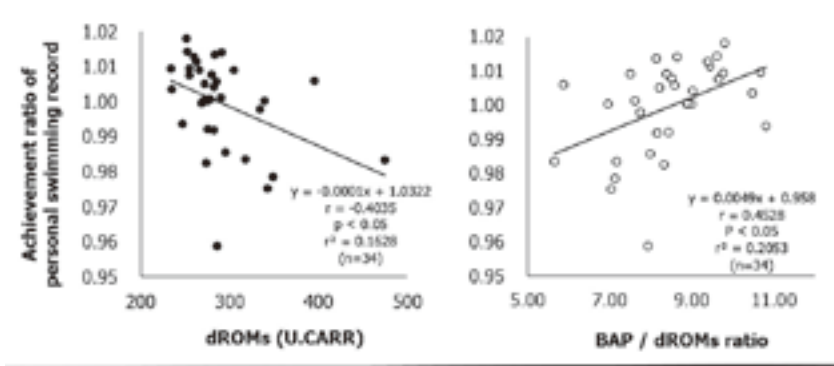


Fig.2 Results of correlation analysis between achievements ratio of personal swimming record and both dROMs and BAP/dROMs ratio.

準とした達成率（%ベスト競泳記録）と、それぞれの大会のテーパー期（大会の6～7日前）に測定されたdROMs, BAPおよび潜在的抗酸化能との関連性について検討を加えた（n=34）。その結果、少なくともテーパー期においてdROMsが低ければ低いほど（ $r = -0.4035$, $p < 0.05$ ）、また、潜在的抗酸化能は高ければ高いほど（ $r = 0.4528$, $P < 0.05$ ）、ベスト記録を更新できる可能性が高いことがわかった（Fig.2）。

本研究班がこれまでに実施してきた国内での高所トレーニング時には、レドックスバランスが改善される例が多くみられた。この点、先行研究によれば、低圧低酸素環境で実施される高強度のトレーニングでは、通常的环境に比してBAPを亢進させる可能性が示唆されている。本研究では、高所合宿時に明らかにBAPが高水準となった対象は2名だけであったが、高所トレーニングを適切に行うことで抗酸化力を亢進させ、dROMs、すなわち酸化ストレスの過度の蓄積を抑制するようなトレーニングが実現できれば、身体負担度が軽減されるテーパー期に酸化ストレスを低下傾向に導き、目標とする競技会においてより良好な結果を導き出せる可能性が考えられた。次年度以降も、引き続き、高所トレーニング時およびテーパー期のレドックスバランスを高頻度に測定し、以上の仮説を裏付けるデータの取得を試みたい。