

高校生自転車競技選手を対象とした3年間のトレーニング効果 —5名の未経験者全員がインターハイに出場した事例—

荒木就平¹⁾, 山本正嘉²⁾

¹⁾鹿児島県立南大隅高等学校

²⁾鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター

キーワード: 高校生, 自転車競技, 最大酸素摂取量, OBLA, 低酸素トレーニング

研究概要

M高校の自転車競技部に2007年4月に入部した5名の選手は, 全員が自転車競技の未経験者であり, また中学校時代に他のスポーツで活躍した者もいなかった. しかし高校での3年間のトレーニングにより, 全員がインターハイに出場することができた. 本研究では, この3年間のトレーニング内容とその成果について, K大学と連携して実施した定期的な体力測定の結果とも関連づけながら紹介する. 1年目には専門的な基礎体力の向上とライディング技術の向上に主眼をおいた取り組みを行った. 2年目には, 専門的な体力の向上を目指して量・質ともに高いレベルを追求し, 3年間の中で最もハードなトレーニングを行った. 3年目には全国大会での上位入賞を目標に, 個人の各専門種目に合わせたトレーニングに重点を置いた. その結果, 全員のタイムトライアル記録は著しく改善し, 2~3年次にかけては競技会でも優れた成績を修めることができた. 体力面では, 自転車エルゴメーターによる多段階負荷運動で測定した最大運動強度, 最大酸素摂取量, OBLA 運動強度といった有酸素性作業能力が, 全選手で顕著に増加した. またデータには表せないが, 各選手の意識, 意欲, 自信といった精神的な要素がある時期に大きく変化し, それが成功の大きな要因となったと考えられた.

スポーツパフォーマンス研究, 3, 81-99, 2011年, 受付日:2011年2月3日, 受理日:2011年6月28日
責任著者:山本正嘉 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町1 鹿屋体育大学 yamamoto@nifs-k.ac.jp

Effects of three years' training for high school cyclists: Five inexperienced students participated in intermural competition

Shuhei Araki¹⁾, Masayoshi Yamamoto²⁾

¹⁾ Kagoshima Prefectural Minamiosumi High School

²⁾ Center for Sports Training Research and Education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key Words: high school student, bicycle race, maximum oxygen intake, OBLA, hypoxic training

[Abstract]

Five cyclists who joined the bicycle racing club of M high school in April, 2007, were inexperienced in bicycle racing and also had not engaged in any other sports in junior high school. However, all of them were able to participate in a high school intermural competition following three years of training in high school. The present study, done in cooperation with K university, analyzed the content and results of the three years of training in relation to data from regular measurements of these students' physical fitness. In the first year, improvements in basic physical strength and riding technique were targeted. In the second year, aiming at professional physical strength, the training was done at a higher level in both quality and quantity. That was the most strenuous of the three years' training. The training in the third year gave priority to matching each individual's special needs, aiming at a high-ranking win in the national athletic meeting. Over the three years, the results of these five cyclists in training improved remarkably. They were able to achieve excellent results in athletic meets in their second and third years. In terms of physical fitness, the ability of all five cyclists increased considerably in aerobic activities such as maximum exercise intensity, maximum oxygen intake, and the onset of blood lactate accumulation (OBLA), as measured by multi-step test with a bicycle ergometer. Moreover, it appeared that, during the three years, the players' mental state, such as their consideration, desire, and confidence, changed greatly. That became an important factor in their success, although it was not possible to show that in the objective data.

I. 緒言

県立 M 高校では 2007 年度から 3 年間にわたり, K 大学と連携して, 高校生期の自転車競技選手にとって効果的なトレーニング方法を検討するための実践研究を行ってきた。対象者は最初の年度に入部した 1 年生 5 名であった。彼らは全員が自転車競技の未経験者であり, しかも中学時代に他のスポーツで活躍をした者もいなかった。また部には上級生もいない状態であった。

この 5 名に対して 3 年間, 同じ指導者が体系的なトレーニング指導を行った。また定期的に K 大学で体力測定を行い, その結果をトレーニングプログラムにも反映させた。その結果, 彼らの競技力はいずれも著しく向上し, 1 人も脱落することなく, 5 名全員がインターハイに出場できた。多段階負荷テストにおける最大運動強度, 最大酸素摂取量, Onset of blood lactate accumulation (OBLA) 運動強度といった, 各種の有酸素性作業能力にも大きな改善が見られた。本報告では, この 3 年間のトレーニングとその効果について, 指導者の所見にデータも加えて紹介する。

II. 研究方法

A. 対象者

鹿児島県立 M 高等学校に 2007 年 4 月に入学した自転車競技部員 5 名を対象とした(以下, A,B,C,D,E とする)。彼らは全員が自転車競技の未経験者であった。また彼らの中学時代の運動状況をみると, 他のスポーツで活躍した者もいなかった。すなわち A はサッカー部を 2 年次に退部, B は 1 年次に野球部に入部したが 1 週間で退部, C は野球部で 3 年間補欠, D と E はそれぞれ柔道部と野球部で 3 年間活動したが, 部の競技レベルは低く, 十分な体力トレーニングを積んでいたわけではなかった。高校生の自転車競技選手の指導に数年間携わってきた著者の経験に基づいて考えた場合, 入学の時点ではインターハイ等の全国大会で入賞が期待できる選手はいなかった。

B. 各年度のトレーニング方針と具体的なプログラム

3 年間の期間中, 5 名の対象者に対して量的にはほぼ同一のトレーニングを実施した。表 1 に示すような 7 種類のトレーニング内容を設定し, これをもとに各年度で指導者が最良と考える期分けを行った。また, このトレーニング方法が適切であったかを評価するために, K 大学で定期的に, 自転車エルゴメーターを用いた多段階負荷テストを行い, 酸素摂取量と血中乳酸濃度の測定を行った。各年度のトレーニングの概要は以下の通りである。

表1. 期分けに用いた各種トレーニングの概要

期分けの内容	トレーニングの概要
基礎期	自転車競技の初心者に対する, 基礎体力向上を目的としたトレーニング
通常期	スピード, および持久的な体力の向上を総合的に考えたトレーニング
乗込期	持久的な体力の向上と, ライディング技術の向上を目的としたトレーニング
オフトレ期	シーズン中には取り組めない, 総合的な体力の向上を目的としたトレーニング
転換期	オフトレ期に鍛えた各種の基礎体力を, 実戦につなげるためのトレーニング
高強度期	実戦的な能力をさらに向上させるためのトレーニング
試合期	レースに対して, より良い状態で挑むことを目的としたトレーニング

1. 2007 年度(2007 年 4 月～2008 年 3 月)

2007 年 4 月, 上級生不在の中で 5 名の新生が入部した. 指導者の目から見て, この中に運動能力が高いと感じられる者はいなかった. 年度初めに行われた文部科学省の体力テストの結果を見ても, 全国平均に満たない能力しか示さなかった項目も少なくなかった.

彼らに対して, 指導者は最初のミーティングで, 「3 年次のインターハイで, 昨年度の優勝タイムに相当する 4 分 35 秒でチームパーシュート優勝」という, 彼らにとっては高すぎるともいえる目標を示した. そして, このような大きな目標も, 選手の努力次第で実現できるのが自転車競技の特長だとも伝えた. 彼らは全員が自転車競技の未経験者であり, 競技の知識は全くなかった. また上級生が不在であったために, ネガティブな情報を得ることもなく, 彼らは素直にその言葉を信じて以後のトレーニングに取り組んだ.

体力的および運動能力的に高いレベルになかった初心者の集団に 1 年目の課題として与えたことは, 自転車競技選手に必要な専門的な基礎体力の向上と, 競技用自転車を乗りこなすライディング技術の向上である. 図 1 はその概要を示したものである.



基礎期:	ペース走 (LT より低い強度)【週 5-6 回, 放課後:2-3 時間・休日:3-5 時間】 ランニング【週 6 回, 朝:30-60 分・放課後:40-60 分】
通常期:	ペース走 (LT 程度)【週 7-8 回, 朝:1 時間半・放課後:2-3 時間・休日:3-5 時間】 短距離のレペティション走【週 2-4 回, 放課後:2-3 時間 (8-10 本)・休日:4-6 時間 (10-20 本)】
乗込期:	LSD 走【週 2-4 回, 4-8 時間】, 低強度のインターバル走【2-3 回, 2-3 時間 (20-30 本)】
オフトレ期:	サーキットトレーニング【週 5-7 回, 朝・放課後:1 時間】, ランニング【週 5-7 回, 朝・放課後:30 分】 高負荷の登坂走【週 1-2 回, 放課後:2 時間 (8-10 本)】, LSD 走【週 2 回, 休日:4-8 時間】
転換期:	ペース走 (LT 程度)【週 5-8 回, 放課後:2 時間, 休日:3-4 時間】 低強度のインターバル走【週 2-3 回, 放課後:2 時間 (20 本), 休日:2-3 時間 (20-30 本)】
高強度期:	実戦練習【週 2 回, 休日:2 時間】 短距離のレペティション走【週 2-4 回, 放課後:2 時間 (5-8 本), 休日:3-4 時間 (10-15 本)】 高強度のインターバル走【週 2-3 回, 放課後:2 時間 (15 本), 休日:2-3 時間 (20 本)】

※各期とも, より重点を置いた項目から順に記載している

図 1. 1 年目のトレーニング状況

1ヶ月の中に2つの期が書いてある部分は, 左側の内容により重点を置いたことを意味する.

2. 2008 年度(2008 年 4 月～2009 年 3 月)

2 年目からは, 本格的にチームパーシュートの強化に取り組んだ. 具体的なトレーニングプログラムは, 1 年目の体力測定結果をもとに考案したが, これに加えて著者が陸上競技, 水泳競技, スケート競技, カヌー競技等の指導現場で取材した, 他のスポーツ種目におけるトレーニングプログラムも参考にした. また後半期には K 大学の常圧低酸素室を利用して, 1 週間あたり 1 回, 1 回につき 13 分～30 分程度の低酸素トレーニングも導入した. 図 2 はその概要を示したものである.

トレーニング内容	通常期	試合期	通常期	試合期	通常期	高強度期	通常期	高強度期	試合期	高強度期	通常期	オフトレ期	オフトレ期	乗込期	オフトレ期	乗込期	オフトレ期	転換期	高強度期	通常期	転換期
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月									

通常期:	ペース走(OBLA 程度)【週 3-5 回, 朝:1 時間半・放課後:2 時間半】 短距離のレペティション走【週 2-3 回, 放課後:2-3 時間(8-10 本)・休日:4-5 時間(10 本-20 本)】 高強度のインターバル走【週 1-2, 放課後:2-3 時間(20-25 本)】 長距離のペース走(LT 程度)【週 2-3 回, 放課後:3 時間・休日:4-5 時間】
試合期:	レース【月 2-3 試合】, 実戦練習【週 3-5 回, 放課後:3 時間・休日:4-6 時間】 ペース走(OBLA 程度)【週 4-6 回, 朝:1 時間半・放課後:2-3 時間】
高強度期:	実戦練習【週 4-6 回, 放課後:3 時間・休日:4-6 時間】 短距離のレペティション走【週 2-3 回, 放課後:2-3 時間(8-10 本)・休日:4-5 時間(10 本-20 本)】 ペース走(OBLA 程度)【週 3-5 回, 朝:1 時間半・放課後:2-3 時間】
オフトレ期:	ウエイトトレーニング【週 4 回, 朝:1 時間】, フォーム作り(ローラー)【週 4-6, 朝:20 分・放課後:60-90 分】 ペース走(バイク誘導・下り坂を用いて)【週 1-2 回, 放課後:2 時間】 高強度のインターバル走【週 1-2, 放課後:2-3 時間(20-25 本)】, 低酸素トレーニング【週 1 回, 休日:30 分】
乗込期:	長距離のペース走(LT 程度)【週 3-5, 4-8 時間】, 低強度のインターバル走【週 2-3 回, 3-4 時間】
転換期:	ペース走(OBLA 程度)【週 3-5 回, 朝:1 時間半・放課後:2 時間半】 高強度のインターバル走【週 1-2, 放課後:2-3 時間(20-25 本)】 ペース走(バイク誘導・下り坂を用いて)【週 3-4, 放課後:30 分】, 低酸素トレーニング【週 1 回, 休日:30 分】 ウエイトトレーニング【週 2-3 回, 朝:1 時間半】

※各期とも, より重点を置いた項目から順に記載している

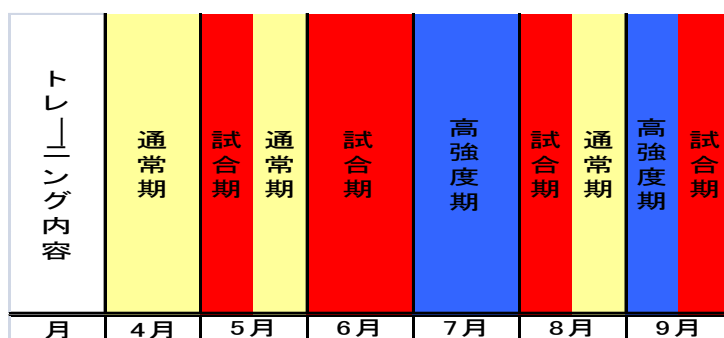
図 2. 2 年目のトレーニング状況
1ヶ月の中に2つの期が書いてある部分は, 左側の内容により重点を置いたことを意味する.

低酸素トレーニングの内容は、各個人の専門種目に応じて、自転車エルゴメーター (Powermax-V II, コンビウエルネス社製) を用いて 115%VO₂max 強度でのインターバルトレーニング (ウォーミングアップ 8 分, 主運動 2 分, リカバリー 2 分, 5 セット, 計 30 分), 同じく 170%VO₂max 強度でのインターバルトレーニング (ウォーミングアップ 10 分, 主運動 20 秒, リカバリー 10 秒, 5 セット, 計 13 分), 3 本ローラー台を用いての心拍数を指標としたビルドアップトレーニング (ウォーミングアップ 10 分, 80%HRmax で運動を開始し, 時間とともに 95%HRmax 以上まで徐々に上昇させる, 計 40 分) のいずれかを行った。上記のトレーニングに用いた値は, 後述の多段階負荷テストで得られたデータを用い, トレーニングの進行に伴い, 選手の状況をみながら強度を少しずつ増加させた。また低酸素トレーニングの終了後には, 最低 50km 程度のロードペース走を行い, トレーニング量の確保にも努めた。

3. 2009 年度 (2009 年 4 月 ~ 2009 年 9 月)

集大成となる 3 年目では, 過去 2 年間のトレーニングにより, 競技力が順調に伸びた A, B, C の 3 名については, 全国大会での優勝や上位入賞という明確な目標を設定することができた。しかし競技力がやや劣っていた D と E については, 目標が曖昧なままであった。このため, インターハイのチームパーシュートでよい成績を収めるためには, この 2 名のパフォーマンス改善が重要な課題となった。

トレーニングは, 2 年目と同様に, 体力測定の結果を参考に作成した課題克服のためのプログラムを実施した。また, 2 年次の後半に導入して大きな効果が感じられた低酸素トレーニングも積極的に行った。図 3 はその概要を示したものである。



通常期:	ペース走 (OBLA 程度) 【週 3-5 回, 朝:1 時間半・放課後:2 時間半】 短距離のレペティション走【週 2-3 回, 放課後:2-3 時間 (8-10 本)・休日:4-5 時間 (10 本-20 本)】 長距離のペース走 (LT 程度) 【2-3 回, 放課後:3 時間・休日:4-5 時間】
試合期:	レース【月 2-3 試合】, 実戦練習【週 3-5 回, 放課後:3 時間・休日:4-6 時間】 ペース走 (OBLA 程度) 【週 3-4 回, 朝:1 時間半・放課後:2 時間半】, 低酸素トレーニング【週 1 回, 休日:30 分】
高強度期:	実戦練習【週 3-5 回, 放課後:3 時間・休日:4-6 時間】, 低酸素トレーニング【週 1 回, 休日:30 分】 ペース走 (OBLA 程度) 【週 3-5 回, 朝:1 時間半・放課後:2 時間半】

※各期とも, より重点を置いた項目から順に記載している

図 3. 3 年目のトレーニング状況

1ヶ月の中に2つの期が書いてある部分は, 左側の内容により重点を置いたことを意味する。

C. トレーニング効果の測定評価

定期的に K 大学において、自転車エルゴメーターを用いて多段階負荷テストを行い、酸素摂取量と血中乳酸濃度を測定した。なお、血中乳酸濃度のデータから乳酸カーブを作成し、4mmol/lに相当する運動強度を OBLA 運動強度とした。この測定は 1 年次に 4 回(4 月, 7 月, 11 月, 2 月), 3 年次に 1 回(4 月)実施した。

多段階負荷テストの方法は、自転車エルゴメーター (Powermax-V II, コンビウエルネス社製) を用いて、ペダルの回転数を 80rpm に固定し、0.5kp から 1 分毎に 0.5kp ずつ(2.5kp 以降は 0.3kp ずつ)増加させ、オールアウト(規定のペダル回転数に対して、30 秒以上追従できなくなった時点)まで運動を行った。なお最大運動強度が 4.0kp まで達した被験者については、次のテストでは 1.0kp から 1 分毎に 0.5kp ずつ(3.5kp 以降は 0.3kp ずつ)増加させた。

酸素摂取量は、ダグラスバッグ法を用いて測定した。呼気ガス中の酸素濃度、二酸化炭素濃度を呼気ガス分析器 (Vmax29c, Sensor Medics 社製) によって分析した後、ガス量は乾式ガスメータ (DC-5C, シナガワ社製) によって定量した。各ステージの値は 1 分間の平均値として算出した。そして、最大運動時で得られた酸素摂取量の最高値を最大酸素摂取量とした。血中乳酸濃度は、各ステップの運動終盤に指尖より採血し、簡易血中乳酸測定器 (Lactate Pro, Arkray 社製) を用いて測定した。

また毎年、年度初めに高校で行われる、文部科学省の体力テスト(身長, 体重, および 50m 走, シヤトルラン, 握力, 上体起こし, 立ち幅跳び, 反復横跳び)の測定結果についても記録した。

III. 結果

A. トレーニングの実施状況

1. 1 年次

表 2 は、1 年目のトレーニングの成果について、反省点も含めて示したものである。全体として、ほぼ指導者のイメージ通りのトレーニングが実施できた。レースにおいても、良い成績は修められなかったものの、指導者の指示通りに積極的なレース展開を作ろうという意識が見られた。好成績は出せなくても、自らレースの展開を作ることによってレースに対する勘が養われるため、最も効果的なトレーニングの一つとなった。ライディング技術については、技術レベルが低い者どうしで練習するために進歩が遅く、またトレーニング中の落車も多く発生した。

表 2. 1 年次のトレーニングにおける成果と反省点

成果①	上級生不在という状況が、むしろネガティブな情報を得ることなく新入生特有の競技に対する高いモチベーションを保ち続けることにつながった。そのため、指導者の指導、考えを浸透させることができた。そして、3 年次のインターハイ出場に向けた信頼関係の確立につながった。
成果②	量を重視したトレーニングにより、専門的基礎体力を高めることができた。
成果③	年度末に開催される全国選抜大会 (1・2 年生だけがエントリーできる大会) で、入賞こそなかったものの全国に通用するレベルにまで成長していることを実感できた。このことが翌年度へのはずみになった。
成果④	年 4 回の有酸素性作業能力の測定から得られた客観的な指標で、自分たちが強くなっていることが確

	認でき,それが自信とやる気につながった.
成果⑤	レースでの積極的な姿勢が勝負勘を養うとともに,最も効果的なトレーニングの一つとなった.
反省①	体力レベルが急激に上がり,自転車を速く走らせることができるようになったが,技術が追いついていないために,落車が多数発生した.

2. 2年次

表 3 は, 2 年目のトレーニングの成果について, 反省点も含めて示したものである. 最も重要なレースと位置づけていたチームパーシュートでは, 経過目標であったインターハイへの出場は逃したものの, 九州総体では 4 分 46 秒とタイムとしては目標値(4 分 49 秒)を上回ることができた. また個人種目でも, C がジュニアオリンピックでの準優勝, B が九州選手権で優勝, A が同じく準優勝と, 着実に個々の競技力も向上してきた.

表 3. 2 年次のトレーニングにおける成果と反省点

成果①	1 年目の量重視に対し, 加えてさらに質を求めたトレーニングの結果, チームパーシュートで経過目標(4 分 46 秒)をクリアすることができた. また選手 C については, 全国大会で確実に上位入賞ができるようになった. このことは, 他の選手にも自信を与えた.
成果②	チームパーシュートでのインターハイ出場は逃したものの, インターハイ直前の合同合宿で, 九州 2 位(インターハイ 6 位)と九州 3 位(インターハイ 10 位)のチームと互角以上の走りができた. このことで, 2 年生だけで走った自分たちのチームが, 翌年の 3 年次には上位を狙えると思うことができた.
反省①	選手 C については全国で通用するレベルに, A, B についても九州上位レベルになったが, D, E に関しては競技結果だけで見ると, 他の 3 名から大きく遅れる形になってしまった.
反省②	オフシーズンになると, 怪我, 不調等で心理的に不安定になり, 競技に対する意欲が低下しがちであった. そのため, 体調不良でトレーニングを欠席することが多くあった.

一方, D と E については競技会で良い成績が修められず, 日常の練習でも 2 名が取り残される場面が多くなってきた. D については体力的には A, B, C に劣らないものの, 彼らと比べていわゆる不器用であり, ライディング技術の獲得に時間がかかったことが原因であった. また E については, 高校入学前にしばらく独学で競技用自転車に乗っていたため, 誤った技術が身についていたことや, 競技に対する集中力が不足していたことが原因であった.

この 1 年間を総括すると, シーズン中のレースを中心とした期間は, A, B, C については少しずつ良い成績も修めることができたため, 非常に高い意欲でトレーニングをこなすことができた. 一方 D と E については, 競技会で良い成績を残せなかったため, 焦りや不安を感じていたようであった. 一方オフシーズンになると, D を除いた全員が, 怪我や体調不良等のために, 継続して効果的なトレーニングを実施できたとはいえなかった. このシーズンは多数のレースをこなしたため, レースのないオフシーズンになると目標を見失ってしまったようであった.

3. 3年次

表 4 は, 3 年目のトレーニングの成果について, 反省点も含めて示したものである. 3 年目のインターハイという最終目標が近づいたために, 全員の意欲は高まり, 順調にトレーニングをこなすこと

ができた。特にチームパーシュートについては、3年間同じメンバーで取り組んできた成果が現れ、トレーニングでもレースでもコンスタントに力を発揮できるようになった。個人練習や個人レースの際には調子が出なくても、チームパーシュートになると見違えるような力を発揮するといったケースもあった。

表 4. 3年次のトレーニングにおける成果と反省点

成果①	それまでは指導者が掲げる目標を追いかけるだけの感じであったが、3年次には5名全員が、今の自分に達成できそうな具体的な目標を自主的に掲げ、トレーニングに取り組むことができた。
成果②	2年目後半から取組んだ低酸素トレーニングの効果は大きかった。また、トレーニングの成果を数値で知ることができるよい機会となった。
成果③	チームパーシュートでは、チームとして挑むという責任感を各選手に芽生えさせ、トレーニング、レースともにコンスタントに力を発揮できるようになった。特にトレーニング中の安定感は、狙い通りのトレーニングを行う上で効果的なものとなった。
反省①	オフシーズンである冬場に神経系への刺激を与えることを目的として取組んだ高回転トレーニングは、春先の競技結果、体力レベルで大きな成果を感じることができた。しかし、結果的にピークが前倒しになってしまい、インターハイでベストの状態をつくることができなかった。
反省②	チームパーシュート中心のトレーニングは、上記の通り、目的どおりのトレーニングを毎回行うことができた。しかしその反面、各選手の専門に合わせたトレーニングが少なくなったため、個人種目での失敗が多くみられた。例えば、ロードを得意とする選手が、レースの後半に脚の痙攣を起こす、完走できるはずのレースを完走できない、といったことがあった。

2年目に取り残されがちであった2名のうち、Dについては春先に参加した九州レベルのレースで、初めて個人種目で決勝まで残れたことを契機として、大きくパフォーマンスが改善した。またEについては、チームの中で自分が一番になれる可能性がある種目(1kmTT)に着目し、それをモチベーションの拠り所として取り組んだ。その結果、この種目では5名の中でEが最もベストタイムが良くなった。そして、この種目で九州大会9位となり、インターハイ出場権も獲得することができた。

以上のように、3年目には5名全員がインターハイに出場することができた。そして、最終目標であったチームパーシュートにおいては、順位こそ6位と目標には届かなかったものの、記録的には4分35秒と1年次に設定した目標(4分35秒)を達成することができた。

B. 競技会での成績およびタイムトライアル記録

表5は、3年間における各選手の主な競技成績を示したものである。高校生の自転車競技選手の指導に数年間携わってきた著者の目からみると、各選手の1年次の運動能力や体力レベルを考慮した場合、ほぼ満足できる成績を修めることができた。

図4は、1～3年次までのチームパーシュートの全公式記録を示したものである。競技成績、タイムともに順調が改善が見られた。特に3年次には、インターハイに向けて徐々に記録を上げていくことができた。

図5は、200m、1000mおよび3000mのタイムトライアル記録について、入学時と各学年次のベストタイムを示したものである。200mおよび3000mの記録は3年間にわたって徐々に改善し、その記録はインターハイ出場標準タイム(200m:12秒00, 3000m:3分54秒00)と同等か、それを上回っ

た者が多かった. しかし 1000mの記録については, 5 名中 4 名が 2 年次の記録が最終的なベスト記録となった. またその記録も, インターハイ出場標準タイム(1 分 12 秒 500)を下回った者がほとんどであった.

表5. チームおよび選手ごとの3年間の主な競技成績

	大会名	開催時期	種目	成績	備考
チーム	平成 21 年度全九州高等学校総合体育大会自転車競技大会	3 年次, 6 月	団体総合	準優勝	全選手
	平成 21 年度全国高等学校総合体育大会自転車競技大会	3 年次, 8 月	4km チーム・パーシユート	第 6 位	A, B, C, D 選手
A	平成 20 年度九州地域自転車競技大会	2 年次, 9 月	ポイントレース	準優勝	
	平成 21 年度全国高体連強化指定選手選考会	2 年次, 12 月	3km インディヴィデュアル・パーシユート	第 5 位	
	第 78 回全日本アマチュア自転車競技大会	3 年次, 6 月	チームスプリント	優勝	鹿児島選抜
B	平成 20 年度九州地域自転車競技大会	2 年次, 9 月	スクラッチ	優勝	
	2009 年 JOC ジュニアオリンピックカップ自転車競技大会	3 年次, 6 月	ポイントレース	第 4 位	
	第 64 回国民体育大会自転車競技大会	3 年次, 9 月	4km チーム・パーシユート	第 6 位	鹿児島選抜
C	2008 年 JOC ジュニアオリンピックカップ自転車競技大会	2 年次, 5 月	スクラッチ	準優勝	
	平成 21 年度全国高体連強化指定選手選考会	2 年次, 12 月	総合	第 8 位	全国高体連強化指定
	平成 20 年度全国高等学校選抜自転車競技大会	2 年次, 3 月	3km インディヴィデュアル・パーシユート	準優勝	
	2009 年 JOC ジュニアオリンピックカップ自転車競技大会	3 年次, 6 月	3km インディヴィデュアル・パーシユート	第 3 位	
	平成 21 年度全国高等学校総合体育大会自転車競技大会	3 年次, 8 月	3km インディヴィデュアル・パーシユート	準優勝	
	第 16 回アジアジュニア自転車競技選手権大会	3 年次, 8 月	3km インディヴィデュアル・パーシユート	第 3 位	日本代表
D	平成 21 年度全九州高等学校総合体育大会自転車競技大会	3 年次, 6 月	4km 速度競走	準優勝	
	平成 21 年度全国高等学校総合体育大会自転車競技大会	3 年次, 8 月	4km 速度競走	決勝進出	11 位
E	平成 21 年度全九州高等学校総合体育大会自転車競技大会	3 年次, 6 月	1km タイム・トライアル	第 9 位	インターハイ出場

全国大会レベル

九州大会レベル

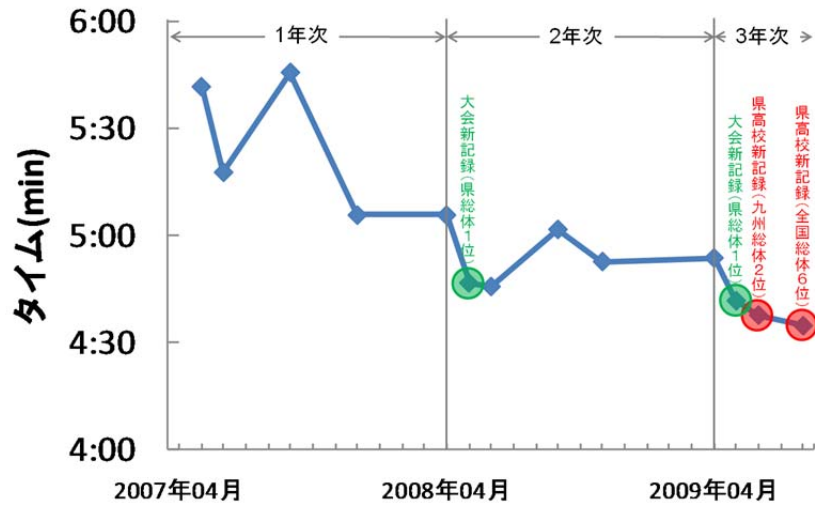


図4. チームパーシュート成績(公式記録)の推移

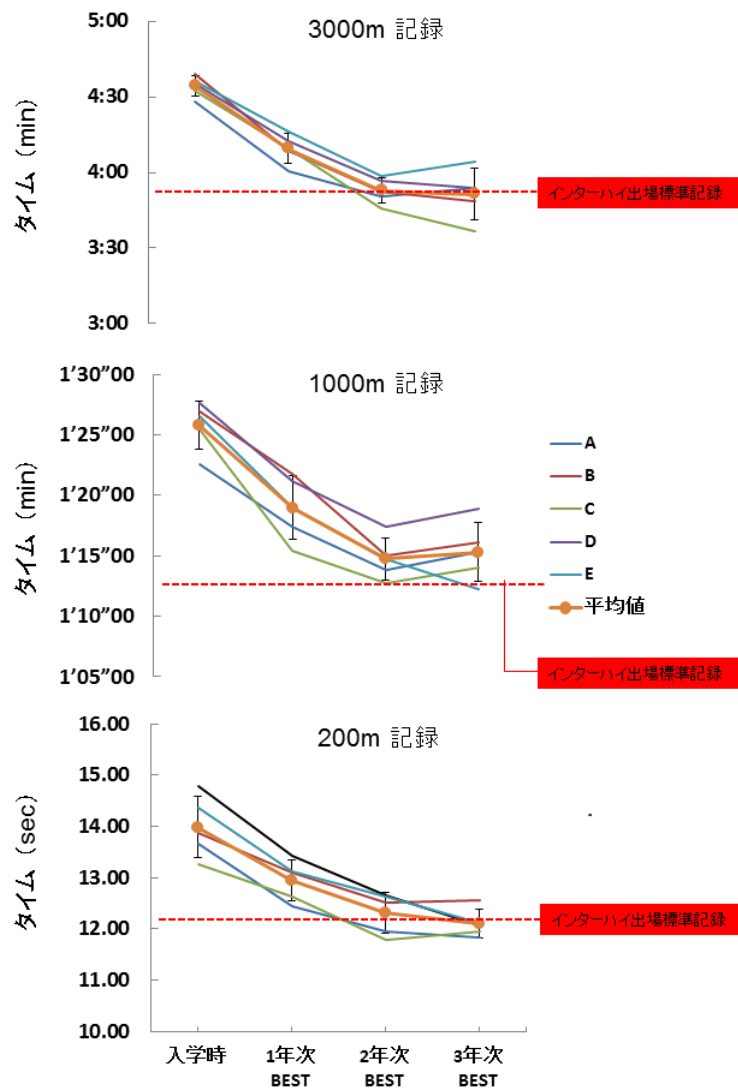


図5. 各選手の3種類のタイムトライアル記録の推移

C. 形態の測定結果

表 6 は, 身長, 体重, および BMI の推移を示したものである. 身長については全員で増加し, 体重については入学時に肥満傾向 (BMI:28.6) にあった C で低下した以外は, 全員が増加した.

表6. 形態の年次変化

測定日	選手A	選手B	選手C	選手D	選手E
身長(cm)					
1年次, 4月	163.6	161.9	166.5	168.5	165.4
2年次, 4月	166.9	166.1	168.1	171	166.8
3年次, 4月	167.1	168.8	168.3	172.8	167.3
体重(kg)					
1年次, 4月	61.2	45.8	79.4	61.4	59.4
2年次, 4月	64.2	50.2	78.0	65.4	60.2
3年次, 4月	66.0	52.2	75.5	67.2	63.0
BMI					
1年次, 4月	22.87	17.47	28.64	21.63	21.71
2年次, 4月	23.05	18.20	27.60	22.37	21.64
3年次, 4月	23.64	18.32	26.66	22.51	22.51

D. 多段階負荷テストの結果

図 6 は, 1年次に4回(4月, 7月, 11月, 翌年2月)および3年次の4月に行った, 計5回の多段階負荷テストにおける酸素摂取量(絶対値, 体重当たり)の応答について, 典型例として選手Cのデータを示したものである. 1年次の4月の時点では最大運動強度, 最大酸素摂取量ともに低かったが, 7月の時点では顕著に増加し, 以後はほぼ同じ値で推移した. 3年次の4月になると, 最大酸素摂取量に大きな変化は見られないが, 最大運動強度はさらに増加した. また, 最大下での同一運動強度に対する酸素摂取量が低下するという現象が見られた(この現象は選手Aにも見られた).

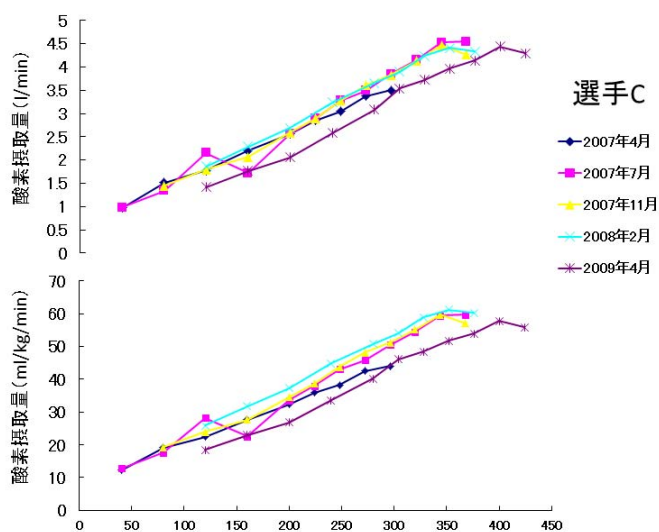


図6. 選手 C における多段階負荷テスト時の酸素摂取量の年次変化 (上は絶対値, 下は体重あたりの相対値を表す)

図7は、最大運動強度について、全員の値の年次推移を示したものである。絶対値、体重あたりの相対値ともに、全員が1年次の4月から7月にかけて顕著な増加を示した。それ以後は、個人差もあるが、全体としては翌年2月までほぼ横ばいの傾向にあった。しかし3年次になると、絶対値、体重あたりの相対値ともに再び増加を示した。

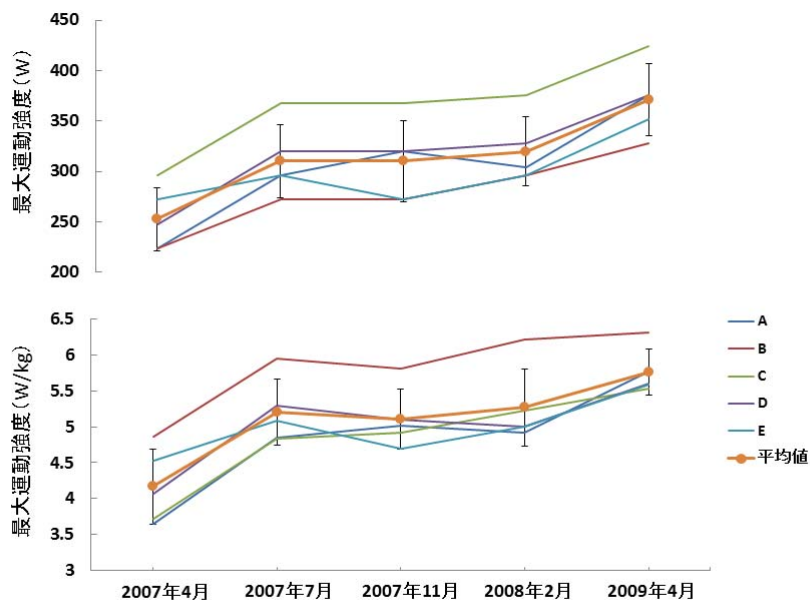


図7. 最大運動強度の年次変化（上は絶対値、下は体重あたりの相対値を表す）

図8は、最大酸素摂取量について、全員の値の年次推移を示したものである。絶対値、体重あたりの相対値ともに、全員が1年次の4月から7月にかけて顕著な増加を示した。それ以後は、個人差もあるが、全体としてはほぼ横ばいの傾向にあった。

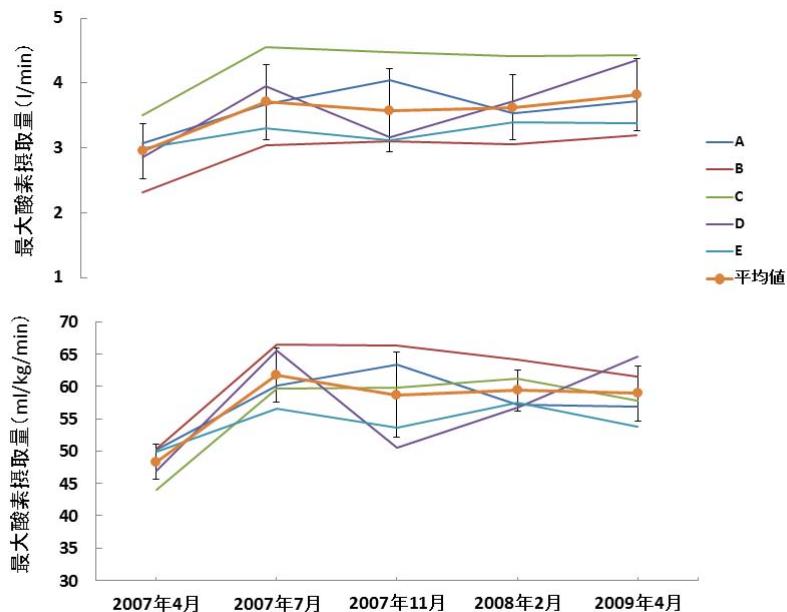


図8. 最大酸素摂取量の年次変化（上は絶対値、下は体重あたりの相対値を表す）

図9は、多段階負荷テストにおける乳酸カーブについて、典型例としてCのデータを示したものである。1年次の4月の時点では乳酸カーブは最も左側に位置していたが、7月になると大きく右側に移動した。それ以後もほぼ測定ごとに右方向に移動し、3年次には最も右側に位置した。他の選手についても同様な傾向が見られた。またOBLA運動強度についても同様の傾向であった。

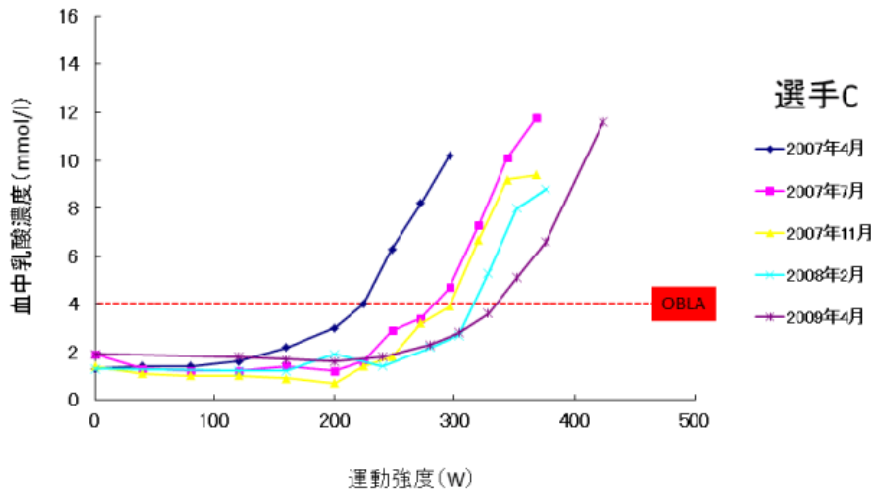


図9. 選手Cにおける乳酸カーブの年次変化

図10は、全員のOBLA運動強度を求め、これを絶対値と体重あたりの相対値で示したものである。この値は、最大酸素摂取量と同様、1年次の4月から7月にかけて最も顕著に増加したが、その後も3年次に至るまで、徐々に増加していく選手が多かった。またその傾向は、体重あたりの値よりも絶対値でみた方が顕著であった。

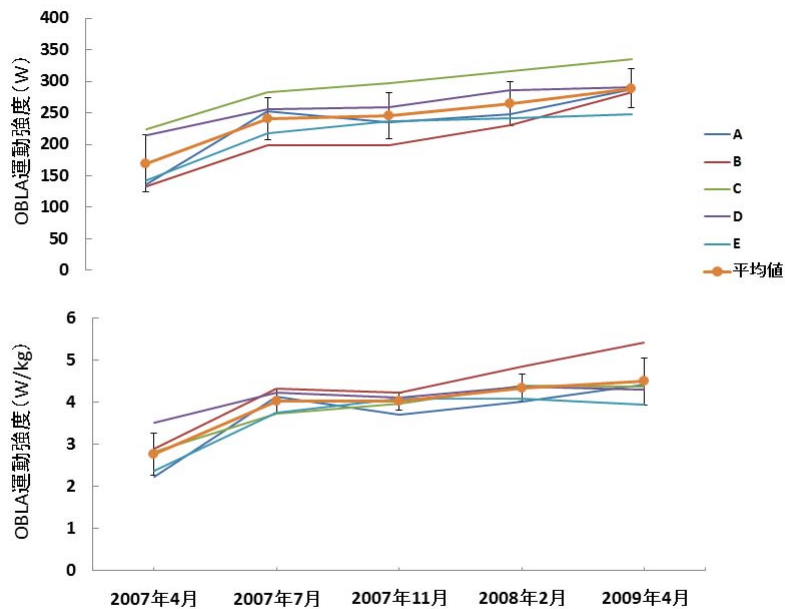


図10. OBLA運動強度の年次変化（上は絶対値，下は体重あたりの相対値を表す）

E. 文部科学省体カテストの結果

表 7 は, 1~3 年次の 4 月に行った文部科学省体カテストの結果である. 各測定項目とも, 5 名に共通した変化は見られなかった.

表 7. 文部科学省の体カテスト成績の年次変化

測定日	A	B	C	D	E
50m 走 (秒)					
1年次, 4月	7.4	7.4	7.1	7.4	6.9
2年次, 4月		7.8	7.3	7.6	7.0
3年次, 4月	7.5	7.5	7.4	7.0	7.1
シャトルラン (回)					
1年次, 4月	105	120	92	85	113
2年次, 4月	107	123	114	88	105
3年次, 4月	94	127	120	102	108
握力 (kg)					
1年次, 4月	37	34	40	41	40
2年次, 4月	37	33.5	39.5	37	36
3年次, 4月	46	37.5	41.5	39	42.5
上体起こし (回)					
1年次, 4月	29	28	35	25	30
2年次, 4月	28	33	34	28	24
3年次, 4月	24	30	32	23	26
立ち幅跳び (cm)					
1年次, 4月	213	201	226	205	207
2年次, 4月	219	220	220	209	210
3年次, 4月	220	205	200	210	216
反復横跳び (回)					
1年次, 4月	55	47	54	46	43
2年次, 4月	56	50	58	47	55
3年次, 4月	52	49	55	55	48

IV. 考察

本事例では, 中学時代にはスポーツで目立った成績を残していなかった生徒たちが, 高校に入学して初めて自転車競技を経験し, 3 年間のトレーニングによって自転車競技選手として高いパフォーマンスを獲得し, 全員がインターハイに出場することができた. 1 年次の体カレベルは, 文部科学省体カテストのデータ(表 7)を見てもわかるように, 全国平均と同等かそれを下まわるものであったが, 各選手とも指導者が与えたトレーニングをほぼ順調にこなすことができた. そして 3 年間の体カ推移をみると, 自転車競技のパフォーマンスに直結する最大運動強度, 最大酸素摂取量, OBLA 運動強度といった有酸素性能力が顕著に改善していた(図 6~10). このような成果を修めた理由について, 以下に考察する.

A. 体カ面からみた成功の要因

1 年次に 4 回行った多段階負荷テストの結果をみると, 最大運動強度(図 7), 最大酸素摂取量(図 8), OBLA 運動強度(図 10)ともに, 特に 1 年次の 4 月から 7 月にかけての伸びが最も大きかった. この要因として, 対象者の基礎体力が低いことを考慮し, 2007 年上半期のトレーニングには高強度の専門的なトレーニングを実施するために必要な基礎体力(専門的基礎体力)の向上を目

的として、低強度で量を多くこなすトレーニングを中心に行ったことが要因と考えられる。

2年次の4月には、競技会との関係で多段階負荷テストを実施できなかったが、時期的に見て2008年2月のデータは2年次の当初とほぼ同じレベルと考えられる。このデータをみると、1年次の11月と比べて、物理的な運動能力を表す最大運動強度(図7)はやや改善していた。また生理的な能力をみると、最大酸素摂取量(図8)よりもOBLA運動強度(図10)の方に改善が見られた。このような変化が起こった理由としては、より実戦を意識した高強度トレーニングのバリエーションを増やしたことで(図2)、最大下強度でのトレーニングが増え、その強度レベルでの有酸素性作業能力が改善した可能性が考えられる。

2年次から3年次にかけては、最大運動強度がさらに増加した(図7)。生理指標については、最大酸素摂取量には変化が見られなかったが(図8)、OBLA運動強度の増加(図10)が見られた。このような改善が起こった要因として、3年間の中でこの年次には、量・質ともに最もハードなトレーニングを行ったことが考えられる。具体的には、①1年次のトレーニング内容にさらに細かい設定タイム等を設け、日々の練習で力を出し切るようにしたこと、②漸進性の原則に基づいて、目標をクリアできたトレーニングについてはさらに量を増やし、目標タイムを厳しくするなど、日々のトレーニングに変化を持たせたこと、③2年次のオフシーズンに行った神経系に刺激を与えるトレーニングが、結果的にトレーニング強度を高めることにもなったこと、である。

また、2年次の後半から導入した低酸素トレーニングも、選手のパフォーマンスの改善に大きな効果をもたらしたと考えられる。図11はその典型例として、選手Cの低酸素トレーニング時の心拍数の変化を示したものである。2008年11月から2009年5月にかけて、主運動の運動強度は漸増させていったが、心拍数は漸減していることがわかる。実際に、低酸素トレーニングを行ったことにより、レースあるいは通常練習時の苦しい場面で我慢できるような能力が改善した。

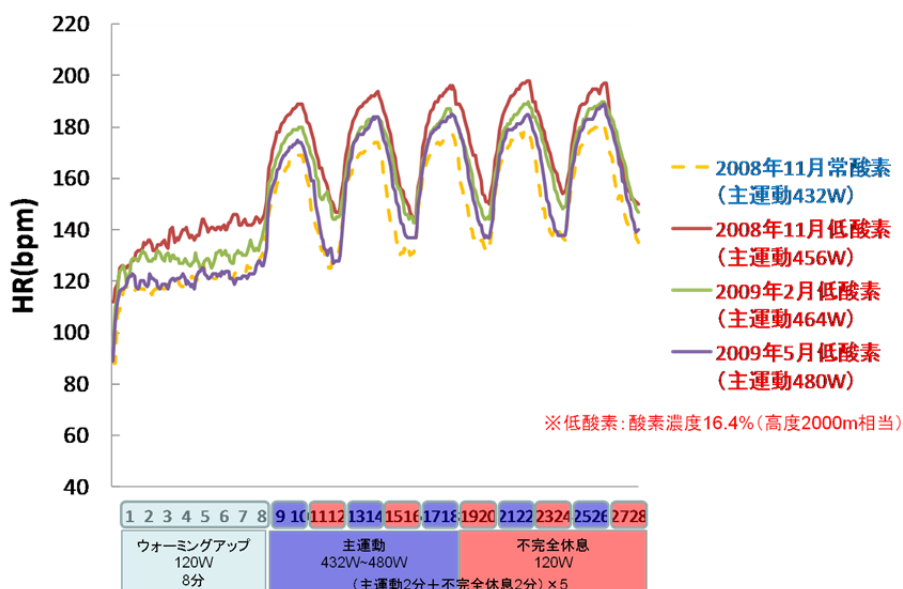


図11. 選手Cにおける低酸素トレーニング時の心拍数の変化

先行研究をみると(狩野ら, 2001; 山本, 2004; 清水ら, 2010), 本研究のような living low-training high 型の低酸素トレーニングを自転車競技選手が行った場合, 最大酸素摂取量の改善は起こらないものの, 乳酸カーブの右方シフトや運動効率の改善が起こり, 主観的にも運動の苦しい場面で身体が動くようになる, との報告がある. 本研究でも, 最大酸素摂取量は改善していない(図 8), OBLA 運動強度は改善しており(図 10), 選手 C(図 6), や選手 A ではこれに加えて, 最大下運動強度での酸素摂取量の低下(運動効率の改善)が見られた. これらの効果は, 前述の報告に類似したものであり, 本低酸素トレーニングの効果が反映されている可能性がある.

なお, 低酸素室内でのトレーニング時には, 自転車エルゴメーターを用いて運動強度を把握するとともに, 心拍計で心拍数を, パルスオキシメーターで動脈血酸素飽和度をモニターしていた. このため, トレーニングの効果を数値でみることができ, 指導者にとっては効果を的確に把握することができた. また選手たちにとってもトレーニングの励みになった.

なお, 競技会での成績やタイムトライアルの記録は, 全選手で大幅に改善しているにもかかわらず(表 5, 図 4, 図 5), 3年間の文部科学省の体力テストの値には顕著な改善がみられなかった(表 7). この要因としては, 自転車競技特有の運動特性が関連しているのかもしれない.

つまり, 自転車競技では自身の体重を支えているのは自身の脚でなく自転車であるのに対して, 50m 走, シャトルラン, 立ち幅跳びといった体力測定では, 脚で体重を支えて筋力や持久力を発揮する. このため, 自転車運動における能力の向上が, 文部科学省の体力テスト項目には反映しなかった可能性がある. したがって, 自転車競技選手の体力評価を行う場合には, 文部科学省体力テストでは不十分と考えられる.

B. 体力面以外の観点からみた成功の要因

A では, 本事例の成功の要因を体力面から考察したが, それ以外の要因として考えられたことを箇条書きで示すと, 以下のようになる.

- ・ 自転車競技についての専門的な知識を持つ指導者が, 3年間一貫して指導できた.
- ・ 1年次に, 上級生が全くいない状態でトレーニングを始めたことには不安もあったが, 逆に, 専門的な基礎体力の向上という最も初歩の段階から, 体系的なトレーニングに取り組むことができた.
- ・ 自転車競技の競技人口が少ないため, 九州大会への出場は当然であり, 頑張れば全国大会に出場し入賞もできる, という意識が選手の意欲を高めた.
- ・ 5人の中で, 入学時には最も競技力が低かった C 選手が, 早い段階(2年次)で全国のトップレベルで競えるようになったため, 他の4名もやればできると思うことができた.
- ・ 九州内の他県にある, 全国でも屈指の名門である H 高校の同学年の選手たち(小学生もしくは中学生時代から自転車競技を始めたエリート選手)や, 週末に一緒に練習をしていた同じ県内の K 高校の1学年上の優秀選手たちの存在を, よい目標とすることができた.
- ・ 全国でもトップレベルにある K 大学の選手とも定期的に練習を行い, アドバイスを受けることができた.

- ・ 本校の立地する鹿児島県大隅半島は、地形的および道路環境的な面から見て、自転車競技選手のトレーニングに非常に適していた。
- ・ K 大学における定期的な専門的体力測定や、低酸素トレーニング時の測定データから得られる客観的な指標が役に立った。これらのデータは指導者にとって参考になったことはもとよりだが、選手たちもデータに関心を持ち自己分析をすることで、今、自分に足りないものは何なのか、を考えることができるようになった。

上記にあげた、選手たちの意識や意欲といったことに関する様々な要因は、データとしては表しにくいだが、本トレーニングの成否を左右する大きな要因となったと考えられる。挑戦しがいのあるトレーニング目標を常に明示すること、体力測定のデータで自分の達成度を確認できること、自身のトレーニングやレースでの自身の成功体験、自分たちのチームメンバーの活躍、ライバルチームの存在、優れた大学生選手との合同練習といった、目に見えにくいさまざまな刺激が、生徒たちの自信につながったと考えられる。

そして、彼らの意識や意欲はある時期に急激かつ大きく変化した。その最も顕著な変化は、1 年次から 2 年次にかけて見られた。すなわち、指導者から命じられてやらされるトレーニングではなく、自ら考えながらトレーニングを実践できるように成長していった。そして、その後に発揮された生徒の努力は、指導者の想像を超えるものがあつた。

体力テストによって、生徒たちの身体的な能力の向上を定期的に把握するだけでなく、このような精神的な変化についても詳細に捉えて記録に残し、指導に生かせるようにしていくことが、ジュニア期のスポーツ選手の指導にとってきわめて重要なことと考えられる。

C. 今後の課題

タイムトライアルの記録をみると、200m や 3000m では、3 年次までベスト記録が更新され、その最終タイムもインターハイ出場の標準記録と同等か、それ以上のものであつた。一方 1000m については、3 年次にこれを専門種目とした E を除いて全員が、3 年次よりも 2 年次のベスト記録の方が優れていた。しかもその記録は、インターハイ出場の標準記録に比べて低いものであつた。

1000m のタイムは、70 秒程度である。陸上競技の走種目でいえば、時間的に 400m 走と 800m 走の中間に該当し、スプリント種目と持久種目の中間に位置する運動といえる。そして、陸上競技選手の場合にはスプリント走または持久走のいずれかに特化して競技を行うが、自転車競技選手の場合には同じ選手が両種目を行うケースも多い。また日本では競輪(競技時間は実質 2 分程度)が盛んである。これらの背景から、日本において 1000m 走のタイムは、自転車競技選手としての総合的な能力、あるいは最も代表的な能力を表すものと認識されている。

本研究の場合、この 1000m 種目において、2 年次に出した平凡な記録を 3 年次に更新できずに終わってしまったことが反省点としてあげられる。この原因としては、以下のようなことが考えられる。

本研究の対象者は、1 年次には体力も低く、自転車競技の経験もなかつた。このような選手を全員、3 年次のインターハイに出場させ、そこで最も高い競技力を発揮できそうな種目として、チーム

パーシュートの強化を主目標とした。このため 3 年間を通して、トレーニングの強度よりも量をこなすことを重視した。3000m 走タイムトライアルの成績が顕著に改善したのはこのためと考えられる。

またこれとあわせて、持久種目の競技中に、駆け引きのために要求されるスプリント能力を強化するために、短距離のレペティション走(200m~400m程度)のような、ごく短い距離のスプリント能力を強化するトレーニングも、ある程度実施していた。そして、このトレーニングが200mタイムトライアルの改善につながったと考えられる。

しかし、1000m のタイムを上げるために、高校生がしばしば行う中距離レペティション走(600m~1000m程度)のような、高速度域での耐久力トレーニングについては、本対象者の場合、3年間を通して相対的に不足していたといえる。このようなトレーニングは、最大酸素摂取量を改善する上で最もよい刺激になると考えられる。したがって、本研究で最大酸素摂取量が早い段階で頭打ちになってしまったこと(図 8)の原因になっているとも考えられる。

本研究の場合、対象者の入学時点での特性(自転車競技の経験がなく、体力も低い)を考えた場合、3年間の強化の重点目標をチームパーシュートの強化に置かざるを得なかった。したがって、上記のような結果はやむを得なかったとも考えられる。しかし今後は、このような反省点を修正することによって、よりオールラウンドな体力および競技能力を持った選手の養成につながる可能性が考えられる。

謝辞:本研究は鹿児島県立南大隅高校が、鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センターの研究協力校として、3 年間にわたり行った共同研究の成果をまとめたものである。長期間の研究遂行に当たりご協力を頂いた多くの方々に深く感謝いたします。

<参考文献>

- ・ 狩野和也, 前川剛輝, 大村靖夫, 山本正嘉:常圧低酸素室を用いた”living low, training high”方式の高所トレーニングが自転車競技選手の身体作業能力に及ぼす効果. トレーニング科学, 13: 81-92, 2001.
- ・ 山本正嘉:常圧低酸素室を利用した Living low - training high 方式の高所トレーニング;その有効性とトレーニングの実際. 臨床スポーツ医学, 21: 31-37, 2004.
- ・ 清水都貴, 安藤隼人, 黒川 剛, 山本正嘉:高度に対する個人内および個人間での適応状況の違いを考慮した低酸素トレーニング処方成功事例;自転車ロード競技選手を対象として. スポーツパフォーマンス研究, 2: 259-270, 2010.