

ジュニア日本記録を保持する自転車競技女子中長距離選手が日本記録に近い 競技力を獲得するまでのトレーニングの取り組み

上野みなみ¹⁾, 石井泰光²⁾, 塚越さくら¹⁾, 黒川剛³⁾, 山本正嘉⁴⁾

¹⁾鹿屋体育大学 大学院体育学研究科修士課程

²⁾国立スポーツ科学センター スポーツ科学部

³⁾鹿屋体育大学 スポーツ・武道実践科学系

⁴⁾鹿屋体育大学 スポーツ生命科学系

キーワード: 個人追い抜き, レジスタンストレーニング, 低酸素トレーニング, 怪我, 心理的成長

【抄 録】

本研究は, 高校時代に自転車競技の 2km 個人追い抜きでジュニア日本記録(2 分 35 秒 98)を達成した女子中長距離選手が, 大学から大学院修士課程までの約 5 年間で, 3km 個人追い抜きでは日本記録に迫る記録(3 分 43 秒 259)を達成するなど記録を向上させ, 多くの国際大会に出場して活躍するまでに至ったトレーニングの取り組みを報告するものである. また, その中から, 今後の選手育成に有益な知見を明らかにするものである.

本事例の分析期間は, 3 km個人追い抜きの記録の変化とトレーニング内容に基づき, ①高校生期, ②ロード期, ③ロード+補強期Ⅰ, ④ロード+補強期Ⅱに分類した. ①では, ロード・バンク練習においてインターバルトレーニングを行うことで心肺機能を強化した. ②では大学のトレーニング環境に適応することでタイムが改善した. ③ではトラック練習やウエイトトレーニングを導入したものの, 記録に大きな変化は見られなかった. ④では 2 度の大きな怪我を契機に, 選手の意識が変化したことで, トラック練習やウエイトトレーニングなどの補強トレーニングを積極的に行うようになり, 安定的に好記録を出せるようになった. 以上のことから, 3 km個人追い抜きの能力向上のためには, ロード練習を基盤としながら, 補強トレーニングをバランスよく行うことともに, トレーニングの取り組みに対する選手の意識が重要であると考えられた.

スポーツパフォーマンス研究, 9, 27-52, 2017 年, 受付日: 2016 年 8 月 10 日, 受理日: 2017 年 1 月 29 日

責任著者: 石井泰光 国立スポーツ科学センター〒115-0056 東京都北区西が丘 3-15-1

yasumitsu.ishii@gmail.com

**How a woman middle-distance cyclist who holds Japan's junior record
was trained to acquire power close to the Japan record in 3-km
individual pursuit**

Minami Uwano ¹⁾ Yasumitsu Ishii ²⁾ Sakura Tsukagoshi ¹⁾ Takeshi Kurokawa ³⁾

Masayoshi Yamamoto ³⁾

¹⁾ Graduate School, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

²⁾ Japan Institute of Sports Sciences

³⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: individual pursuit, resistance training, hypoxia training, injury, athletes' psychological development

【Abstract】

The present study reports the training methods used by a woman middle-distance cyclist who established the Japan junior record of 2 min 35.98 sec in the bicycle 2-km individual pursuit when she was in high school, and who, in 5 years at university and in graduate school, improved her record in the 3-km pursuit race to 3 min 43 sec 259, which is very close to the Japan record. She also participated in many international races. The present study examined her past training in an attempt to identify possibly useful findings for training other cyclists.

The period of this analysis was split into four stages, based on her 3-km pursuit race results and past training methods. Stage 1 was when she was in high school, Stage 2, road training; Stage 3, road training + assistance training that had been used in Stage 1; and Stage 4, road training + assistance training of the training that had been used in Stage 2. One of the goals of Stage 1 was to strengthen her cardiopulmonary function by using interval training when she trained on road and banked track. In Stage 2, her time was improved when she adapted to the training environment of her university. Track practice and weight training were introduced in Stage 3, but no meaningful improvement was obtained. In Stage 4, after she had had two serious injuries, her awareness changed and she realized that she had to do more strengthening training, such as track practice and weight training. After that, her results improved and became stable. These observations suggest the importance of well balanced training in addition to road practice, and of racers' awareness of the impact of various training methods on their performance.

I. 緒言

自転車競技トラックレースで行われている3 km個人追抜きは、1人で3 kmを走りタイムを競う種目である。中距離種目の中では唯一のタイム系種目であることから、中距離選手の競技能力の変化を長期的に評価できる種目でもある。また、この種目の競技力を高めるには、スタートからスピードを高めるためのパワーの向上と、そのスピードを維持するための持久力の向上が必要である。現在、女子3 km個人追抜き抜きの日本記録は2011年に更新された3分42秒145であるが、世界記録は3分22秒269であり、日本記録と世界記録には20秒程度の大きなタイム差がある。現在の日本では、この種目を3分45秒以下で走れる選手が2～3人しかおらず、今後、選手層を厚くすることが求められる。また、個人追抜き抜きのパフォーマンスは、オムニアムの成績と関係があることから(Ofoghi et al.,2013)、オムニアムの競技力向上にとっても重要な指標となる。

本事例の対象者である女子選手(著者の1人)は、高校生の時代に2 km個人追抜き抜きのジュニア日本記録を保有していた。そして、大学から大学院修士課程までの約5年間に、世界選手権のポイントレースで2位、3 km個人追抜き抜きでは日本記録に迫る記録(3分43秒259)を達成することができた。

そこで、本研究では、同選手の約5年間のトレーニング内容をまとめると共に、体力の変化や身体組成に関連する資料を収集して、それらを分析・検討することにより、自他に有益な情報や示唆を見出すことを目的とする。

II. 方法

1. 分析期間

主な分析期間は、大学1年の4月から大学院修士課程2年の7月までの約5年間とした。なお、自転車競技を開始した高校1年生から高校3年生までは、個人追抜き抜きの走行距離が3 kmではなく2 kmと規定されているため、比較が難しいことから補足的に扱った。

3 km個人追抜き抜きのタイムの変遷と各時期のトレーニング内容について、本選手ならびに本選手が所属するコーチ、チームメイト、その他共著者として振り返りを行った結果、分析期間を①高校生期、②ロード期、③ロード+補強期Ⅰ、④ロード+補強期Ⅱの4つの期間に分類した(図1)。①は、高校生時の3年間とした(2007年4月～2009年3月)。②は、ロード練習を中心に行うだけでも記録が改善していった、大学入学から大学2年までとした(2010年4月～2012年4月)。③は、ロード練習に加えてトラック練習とウエイトトレーニングを導入したものの、3 km個人追抜き抜きの記録更新が認められなかった、大学3年から大学4年前期までとした(2012年5月～2013年9月)。④は、肘と肩関節への2度の大きな負傷がありながらも、日本記録に迫る3 km個人追抜き抜きの自己ベストを更新することができた、大学4年後期から大学院修士課程2年前期までとした(2013年10月～2015年7月)。

2. 対象者

対象者は、高校時代に自転車競技の2 km個人追抜き抜きでジュニア日本記録(2分35秒98)を達成し、大学・大学院時代には3 km個人追抜き抜きで日本記録に迫る記録(3分43秒259)を達成するなど記録を向上させ、多くの国際大会に出場した自転車競技女子中長距離選手である。対象者の形態は、②～④までの分析期間を通して、身長164.5 cm、体重54.7～57.8 kg、体脂肪率18.9～19.7%、除

脂肪体重 44.0～46.2kg であった。同じく、最大酸素摂取量は 62.7～67.9ml/kg/min, 乳酸カーブテストによる LT が 202～254W, OBLA が 238～268W であった。また、ウインゲートテストの成績は、最大パワーが 10.7～11.0W/kg, 平均パワーが 8.9～9.4W/kg, 低下率が 27.1～31.9% であった。

表1に、対象者の主な競技成績を示した。高校生期において、ユースオリンピックにおいて女子 2km 個人追抜きで当時のジュニア日本記録である 2 分 35 秒 98 (2009 年) を達成している。

大学入学以降も、②のロード期では、2012 年世界選手権の個人追抜きで初めて 3 分 44 秒 644 を更新している。③のロード+補強期 I では、3km 個人追い抜きの自己ベストを更新していないが、全日本選手権トラック (2012・2013 年) において、2 年連続して 3km 個人追い抜きの 1 位を獲得している。一方、④のロード+補強期 II になると、3km 個人追い抜きのタイムを 3 分 45 秒台でコンスタントに出せるようになっており、2014 年 11 月のワールドカップでは、日本記録に迫る 3 分 43 秒 259 を達成している。その他、国内における顕著な競技成績としては、②のロード期および③ロード+補強期 I の期間で、全日本大学対抗選手権自転車競技大会 (インカレ) において、3km 個人追い抜きおよび個人ロードレースにおいて 4 年連続して 1 位を獲得している。

国際大会における主な成績は、①の高校生期において、2009 年ジュニア世界選手権においてポイントレースで 3 位を獲得している。また、②のロード期では、シニアのカテゴリーに出場しているが、2011 年世界選手権においてポイントレースにおいて 4 位を獲得している。また、2011 年ユニバーシアード大会 (深セン) ではポイントレース 3 位を獲得している。③のロード+補強期 I では顕著な成績は認められない。一方、④のロード+補強期 II になると、2015 年 2 月世界選手権のポイントレースにおいて 2 位を獲得している。この結果は、2015 年 2 月時点で、中距離女子選手の中で日本歴代最高位の記録である。

表 1. 対象者の主な競技成績

分析区間	年	国際・国内	大会名	順位	
高校生期	2009年	国内	全国高校選抜大会 ロードレース	1位	
		国内	全国高校選抜大会 2km 個人追い抜き	1位	
		国内	全日本自転車競技選手権 ロードレース 個人タイムトライアル	3位	
		国際	ジュニア世界選手権 ポイントレース	3位	
ロード期	2010年	国際	アジア大会 自転車競技 ポイントレース	5位	
		国際	アジア大会 自転車競技 個人追抜き	10位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 トラックレース ポイントレース	2位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 ロードレース 個人ロードレース	7位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 3km 個人追い抜き	1位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 ポイントレース	2位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 個人ロードレース	1位	
	2011年	国際	トラック世界選手権大会 ポイントレース	4位	
		国際	アジア競技大会 オムニアム	3位	
		国際	アジア競技大会 個人ロードタイムトライアル	4位	
		国際	ユニバーシアード大会 ポイントレース	3位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 ロードレース 個人ロードタイムトライアル	2位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 ロードレース 個人ロードレース	12位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 トラックレース オムニアム	3位	
ロード+	2012年	国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 3km 個人追い抜き	1位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 ポイントレース	1位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 個人ロードレース	1位	
		国際	トラック世界選手権 3km 個人追い抜き	20位	
		国際	アジア自転車競技選手権 個人ロードタイムトライアル	2位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 トラックレース 個人追抜き	1位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 ロードレース 個人ロードタイムトライアル	2位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 ロードレース 個人ロードレース	5位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 3km 個人追い抜き	1位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 個人ロードレース	1位	
補強期 I	2013年	国際	ロード世界選手権大会 個人ロードレース	DNF	
		国際	アジア自転車競技選手権 個人ロードタイムトライアル	2位	
		国際	ツアーオブタイランド(ロードレース)	総合4位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 トラックレース ポイントレース	1位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 トラックレース 3km 個人追い抜き	2位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 ロードレース 個人ロードタイムトライアル	3位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 ロードレース 個人ロードレース	6位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 3km 個人追い抜き	1位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 ポイントレース	1位	
		国内	全日本大学対抗選手権自転車競技大会 個人ロードレース	1位	
ロード+	2014年	国際	トラックワールドカップ オムニアム	22位	
		国際	アジア競技大会 ロードレース 個人ロードレース	14位	
		国際	アジア競技大会 ロードレース 個人タイムトライアル	7位	
		国際	Japan Track Cup オムニアム	4位	
	補強期 II	2015年	国内	全日本自転車競技選手権大会 トラック ポイントレース	1位
			国内	全日本自転車競技選手権大会 トラック 3km 個人追い抜き	2位
			国内	全日本自転車競技選手権大会 ロードレース 個人ロードレース	4位
			国際	トラック世界選手権大会 ポイントレース	2位
補強期 II	2015年	国際	アジア自転車競技選手権 オムニアム	6位	
		国際	Japan Track Cup オムニアム	1位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 トラック 3km 個人追い抜き	1位	
		国内	全日本自転車競技選手権大会 トラック ポイントレース	1位	

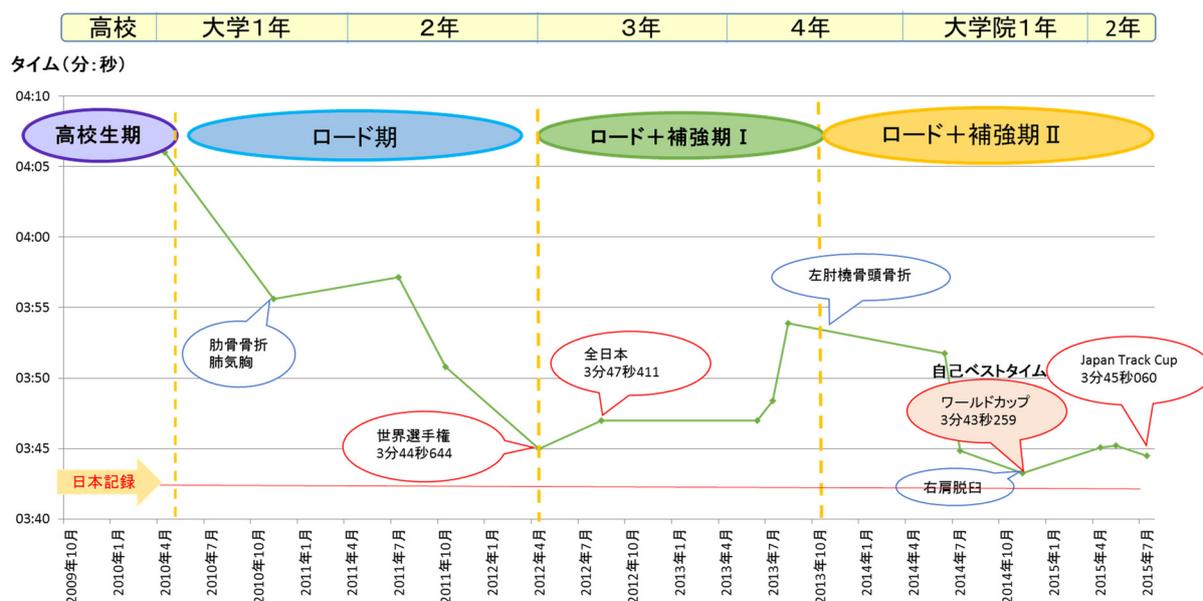


図1. 3km個人追抜きにおける記録の変遷

3. 分析内容

各期のトレーニング内容を、著者の振り返りとトレーニング記録を元に、①ロード練習、②トラック練習、③ウエイトトレーニング、④低酸素トレーニングに分類して集計し、それらを検討した。分析期間に行った4項目の体力測定(最大酸素摂取量、乳酸カーブテスト、ウインゲートテスト、身体組成)についても検討した。なお、最大酸素摂取量の測定は、ロード期とロード+補強期Ⅰ・Ⅱでは、測定プロトコルが異なっていた。それぞれの体力測定の内容は、以下の通りである。

(1) 最大酸素摂取量

1) ロード期

荒木ほか(2005)に基づき、自転車エルゴメーター(パワーマックス VⅡ, コンビウエルネス社製)を用いて、多段階運動負荷試験によって、最大酸素摂取量を測定した。運動負荷は、ペダル回転数を80rpmに固定して、負荷を漸増させた。負荷は1kp(約80W)から開始して、2.5kp(約200W)になるまで3分毎に0.5kp(約40W)ずつ増加させ、2.5kp以降は0.3kpずつ増加させ、オールアウトまで実施させた。なお、オールアウトの定義は、規定のペダル回転数(80rpm)に対して、30秒以上追従できなくなった時点とした。

呼気ガスの採気は、各運動負荷ステージの終了直後の1分間に行った。呼気ガスはフェイスマスクを介して、ダグラスバックに収集した。呼気ガスの体積を、乾式ガスメーター(DC-5A, 品川製作所製)を用いて計測した。また、呼気ガスの酸素濃度および二酸化炭素濃度を、自動呼気ガス分析装置(Vmax29c, Sensor Medics社製)を用いて測定した。なお、オールアウト直前に得られた酸素摂取量の最大値を、最大酸素摂取量とした。

2) ロード期+補強期Ⅰ・Ⅱ

Impellizzeri et al.(2008)に基づいて、自転車エルゴメーター(パワーマックス VⅢ, コンビウエルネス

社製)を用いて、多段階運動負荷試験によって、最大酸素摂取量を測定した。運動負荷試験の内容は、ペダル回転数を90rpmに固定して、負荷は0.8kp(約75W)から開始して、1分毎に0.3kp(約25W)ずつ漸増させ、オールアウトに至るまで行わせた。なお、ペダル回転数が85回転以下になった時点を、運動終了時点とした。

呼気ガスは、自動呼気ガス分析装置(Vmax S-229c, Sensor Medics 社製)を使用して、Breath by breath 方式によって測定した。酸素摂取量は、1分間の平均値を採用した。自動呼気ガス分析装置は、測定前に流量較正器と較正ガスによってキャリブレーションを実施した。

(2) 乳酸カーブテスト

乳酸カーブテストは、Bourdon(2000)および Graig et al.(2000)に基づき、自転車エルゴメーター(パワーマックス VⅢ, コンビウエルネス社製)を用いて、ペダル回転数を90rpmに固定して、負荷を漸増させて行った。負荷は1.1kp(約100W)から開始して、5分毎に0.3kp(約25W)ずつ上げて、オールアウトに至るまで行わせた。血中乳酸値の計測には、指先に対してアルコール消毒を行い、採血針(ナチュラレット EZ デバイス)を用いて針刺して、各ステージの4分30秒から5分間に、簡易血中乳酸測定器(ラクテートプロ2, アークレイ社製, 日本)を使用して計測した。

測定で得られた運動強度-血中乳酸濃度の関係より、測定された血中乳酸濃度の値が血中乳酸濃度2.0mmol/Lに相当する強度をLT(Lactate threshold: 乳酸作業閾値)とした。また4.0mmol/Lに相当する強度をOBLA(Onset of blood lactate accumulation: 血中乳酸蓄積開始点)とした。

(3) ウインゲートテスト

測定の前には、対象者のロードバイクを使用して、固定ローラー台でウォーミングアップを行わせた。後に、自転車エルゴメーター(パワーマックス VⅡおよびパワーマックス VⅢ, コンビウエルネス社製)を用いて、体重の7.5%の負荷条件で、10秒間の全力ペダリング運動を1回実施した。10分以上の休息を挟んだ後に、30秒間のウインゲートテストを同負荷条件で、最大努力で行った。分析項目は、最大パワー(W/kg), 平均パワー(W/kg), 低下率((最大パワー-25~30秒区間の平均パワー)/最大パワー×100)を検討した。

(4) 身体組成

体重, 除脂肪体重, 体脂肪率は、体脂肪測定装置(BOD POD Body Composition System, LMI 社製)を使用して、空気置換法により体密度を計測した。体密度をBrozekの推定式に代入することで、除脂肪体重や体脂肪率を算出した。

Ⅲ. 事例の提示

1. 高校生期の状況

(1) 高校生期の目標

高校生期では全国高校選抜において優勝することを目標としていた。

(2) 高校生期の主な競技成績

高校生期の主な競技成績は、表1のとおりである。高校 3 年の全国高校選抜大会においてロードレースと 2 km 個人追い抜きでの優勝(2009 年)、ユースオリンピックにおいて女子 2km 個人追抜きで当時のジュニア日本記録である 2 分 35 秒 98 の達成(2009 年)、ジュニア世界選手権におけるポイントレースでの 3 位(2009 年)であった。

(3) 高校生期のトレーニング内容

自転車競技を高校から開始したため、乗車することに慣れず、トラック練習では毎回のように転んでいた。1 ヶ月目には鎖骨を骨折し、4 ヶ月ほど自転車に乗ることができなかった。本格的に競技を開始したのは夏休み以降であった。表2は、鎖骨骨折から復帰してからの典型的なトレーニングパターンを示したものである。

表2. 高校生期のトレーニングパターン

	月	火	水	木	金	土	日
午前	なし					トラック 6 時間	ロード 4 時間
午後	トラック 3 時間	ロード 2 時間半	トラック 3 時間	ロード 2 時間半	トラック 3 時間		

ロード練習:9 時間

トレーニング時間(合計):24 時間

トラック練習:15 時間

ウェイトトレーニング:0 時間

平日は放課後の時間帯に行い、ロード練習とトラック練習を交互に行った。女子選手であるにも関わらず、基本的には男子と同じトレーニング内容を行っていた。平日のロード練習では、3.4kmの上りを反復するインターバルトレーニングや、登りも含む 12kmの周回コースで、2 時間半のトレーニングを行った。ロード練習で行われるインターバルトレーニングは、心拍数を高く維持して行った。平日のトラック練習は、個人追抜きの強化のために、一人(単独)でフライング 1000m(助走をして加速した状態から 1000m を走行するトレーニング方法)を行った。

また、ポイントレースのトレーニングとして、1 周ラップのインターバルトレーニングを行った。このトレーニング方法は、トラックを集団走行している中から飛び出して、1 周ラップして集団に追いつくというものである。

さらに、自動二輪車(以下、バイクと略す)を用いて高回転練習を行っていた。これは、バイクに先導してもらい、自転車でバイクの後ろに付き、周回するにつれてペースアップするバイクを追走していくトレーニングである。自転車のギア比は 49×15 を使用して、333m バンクを 100 周(33.3 km)行っていた。なお、トラック練習において、短距離種目の専門的なトレーニングは行っていなかった。

休日は、終日ロード練習を行うか、もしくはトラック練習を行っていた。ロード練習では、平日で使用している平坦コースの周回数を増やして、4~5 時間の乗り込みを行っていた。1 日の走行距離は 110~120km程度であった。一方、トラック練習は、平日と同じメニューを、本数を増やして行うことが多かった。

なお、高校生期では、コーチ(顧問教諭)が計画したトレーニングメニューをそのまま実施しており、

選手自身でトレーニング内容について考えることはなかった。

(4) 高校生期の考察

入学後 1 ヶ月で鎖骨骨折をしたため、本格的に競技を開始したのが夏休み以降であった。コーチ(顧問教諭)が計画したトレーニングメニューを行うことで、実質 2 年間という短期間のトレーニングで、高校 3 年時には全国高校選抜大会のロードレースと 2 km 個人追い抜きで優勝することができた。

高校生期のトレーニング内容を振り返ると、ロード練習におけるインターバルトレーニングや、トラック練習の 1 周ラップのインターバルトレーニングを行うことで、中長距離選手として重要な心肺機能を強化できた可能性が考えられる。

またロード練習では、登りのある周回コースを、平日では 2 時間半、休日は 4~5 時間走行することで、基礎的な持久能力を向上させることができたと考えられる。さらに、トラック練習では、フライング 1000m を行うことで、2km 個人追い抜きの能力が強化されたことも、2km 個人追い抜きのジュニア日本新記録を更新するために有効であったと考えられる。

また女子選手であるにも関わらず、基本的には男子と同じトレーニング内容を行っていた。このように、日々のトレーニングが高い強度で行われたことが、高校生期に大幅にパフォーマンスが向上した要因だと考えられる。

本選手の大学入学時点(2010 年 5 月)で、ダグラスバック法により計測された最大酸素摂取量は 65.4ml/kg/min であった。同大学の他の女子選手(大学 2~4 年生)が 50ml/kg/min 台の後半であったことを考えあわせると、高校卒業の時点で心肺機能を非常に高いレベルまで強化できていたといえる。

2. ロード期の状況

(1) ロード期の目標と課題

この期では、ジュニアカテゴリーからエリートカテゴリーに上がったことから、全日本選手権ロードレース、およびトラックレースにおいて表彰台に上がることを目標とした。

大学入学のために、実家(青森県)を離れて鹿児島県へ引越して慣れない環境であった。また、大学の上級生たちは国際大会で活躍している男子選手が多く、そのメンバーと一緒にトレーニングしているかという不安があった。チームのトレーニングに付いていくため、トレーニングメニューをこなすことだけを考えていた。

(2) ロード期の主な競技成績

ロード期の主な競技成績は、表1のとおりである。国際大会の主な競技成績としては、2011 年世界選手権のポイントレースにおいて 4 位、2012 年世界選手権の個人追い抜きで初めて 3 分 44 秒 644 を達成した。

(3) ロード期のトレーニング内容

高校から大学に進学したことにより、公道によるトレーニング環境が改善し、様々なコースでのロード練習ができた。起伏のあるコースや、10 km の区間に信号が 1 個もないコースがあり、ロード練習にとって

は非常によい環境であった。高校生期では、平日のロード練習が1部であったのに対して、大学(ロード期)では2部に変化したことにより、1日あたりの走行距離も長くなった。また平日のトレーニング時間は、高校では2時間半程度であったが、大学では朝練習と午後練習を合わせて3時間10~40分となり、1日あたり40~70分長くなった。

表3は、ロード期の典型的なトレーニングパターンを示したものである。大学では、火曜日から金曜日は朝練習と午後練習の2部練習が行われ、休日はロード練習が終日行われていた。朝練習では、約45kmのコースを、1時間40分で走るロード練習が行われていた。午後練習は、1.5~2.0時間のロード練習に、「メニュー練習」と呼ばれるトレーニング方法が組み込まれていた。

表3. ロード期のトレーニングパターン

	月	火	水	木	金	土	日
午前	OFF	ロード 1時間半				ロード 4時間	ロード 5時間
午後		ロード 2時間半					

ロード練習:25時間

トレーニング時間(合計):25時間

トラック練習:0時間

ウェイトトレーニング:0時間

表4は、ロード練習におけるメニュー練習の種類を示したものである。メニュー練習には、1分走、2分走、10分走、12分走がある。メニューのペース設定(強度設定)は、すべてのセットにおいて、同じスピード(パワー)で走りきれる、ぎりぎりのペースで行うようにした。

表4. ロード練習におけるメニュー練習の種類

メニューの名称	セット数	地形	運動時間(分)	休息時間(分)
1分間走	5	斜面	1	5
2分間走	5	斜面	2	7
10分間走	2	平坦、斜面	10	15
12分間走※	2	斜面	12	10

※2分ハイペース+3分ながす+2分ハイペース+3分ながす+2分ハイペース=合計12分

休日のロード練習は120~140km程度の乗り込みが中心であったが、メニューを行う場合は、登りを使用して10分走と12分走を中心に行っていた。12分間走は、12分間連続して走行するものではなく、2分間の急走期と3分間の緩走期を交互に行うものである。2分間の急走期は、ロードレースでアタック時(逃げる時)のペースを想定して行った。メニュー練習のバリエーションとして、男子選手の後ろに付いて、設定した時間の半分以上(1分走であれば30秒以上、2分走であれば1分以上)を走るトレーニングも行っていた。

(4)ロード期の考察

高校生期では、ロード練習およびトラック練習においてインターバルトレーニングを用いることで、高強度のトレーニングを行っていた。一方、大学では「メニュー」というトレーニング方法を用いることで、高強度のトレーニングが行われていた。一緒にトレーニングを行うメンバーに、国際大会に出場している男子選手が含まれているため、男子の後ろに付いていくだけでも高強度のトレーニングを行うことができた。

ロード期の目標としていた全日本選手権トラックレースでは入賞することができた。しかし、ロードレースでは、1年生で7位、2年生で12位であり、表彰台に上がることができなかった。また、3km個人追い抜きでは、大学入学時4分6秒000であったものが、3分44秒644まで更新することができた。

この期に3km個人追い抜きの記録が大幅に更新した理由として、高校から大学へとトレーニング環境が代わり、1日のトレーニング時間が増加したこと、高校時より競技レベルの高い男子選手とトレーニングが行えたことで、トレーニング強度が高まったものと推察される。ロード期ではトラック練習をほとんど行っていないが、3km個人追い抜きの記録を大幅に更新することができた。したがって、高校生期よりトレーニング総時間が長く、トレーニング強度が高いロード練習が記録更新に有効であったと言える。

なお、ロード期における、対象者のトレーニングに対する意識は、高校期と同様に、チームから与えられたトレーニングメニューを一生懸命こなすだけで、自分自身でトレーニング内容を考えることは特に行っていなかった。

3. ロード+補強期 I の状況

(1)ロード+補強期 I の目標と課題

この期の目標は、ロードレースでは全日本選手権で表彰台に上がることに、トラックレースでは全日本選手権のポイントレースと個人追抜きで優勝することを目標とした。ロードレースでは、登りを強化することが課題であった。トラックレースについては、大学2年(2011年10月)に全日本選手権トラックのオムニウム(短距離2種目、中距離4種目、合計6種目の総合ポイントを競う複合種目)に出場したこともあり、トラック中距離種目を強化するだけでなく、それと並行して短距離種目を強化することが課題であると考えた。

(2)ロード+補強期 I の主な競技成績

ロード+補強期 I の主な競技成績は、表1のとおりである。国内大会の結果は、全日本選手権トラックの3km個人追い抜きにおいて、2年連続して(2012年、2013年)1位を獲得することができた。レース種目であるポイントレースでは、順位に対して目標達成できたものの、タイム種目の3km個人追い抜きでは大きな変化が認められなかった。

(3)ロード+補強期 I のトレーニング内容

表5は、ロード+補強期 I の典型的なトレーニングパターンを示したものである。週に2回のウエイトトレーニングを導入するため、火・金曜日の朝練習のロード練習を中止して、ウエイトトレーニングに割り当てた。それに伴い、1週間のロード練習が、25時間から17時間に減少した。

表5. ロード+補強期 I のトレーニングパターン

	月	火	水	木	金	土	日
午前	OFF	ウエイト 1 時間半	ロード 1 時間半		ウエイト 1 時間半	トラック 6 時間	ロード 4 時間
午後		ロード 2 時間半					

ロード練習:17 時間

トレーニング時間(合計):26 時間

トラック練習:6 時間

ウエイトトレーニング:3 時間

表6は、ロード+補強期 I に行ったウエイトトレーニングの内容を示したものである。基本的な種目で構成されており、6~10RM の強度で筋肥大と筋力向上を目的とした。

表6. ロード+補強期 I に行ったウエイトトレーニングの内容

部位	種目名	セット数
下肢	パワークリーン	3~4
	スクワット	3~4
上肢	ベンチプレス	3
	シーティッドロウ	4
腹筋	バランスボール・プローン・ボディ・ニーアップ	3
	V シットアップ	3
	ツイスティング・クランチ	3
	サイドジャックナイフ	3
背筋	バックエクステンション	2

朝練習のロードコースはアップダウン(登り・下り)を含み、男子選手と一緒に練習を行うため、日によってはかなり運動強度が高かった。午後練習では、ロード期と同様に、メニューを中心としたロード練習が行われていた。平日のロード練習では、朝練習と午後練習とを合わせて1日 100 kmくらい走行していた。

土曜日にトラック練習を行い、日曜日はロード練習を行っていた。土曜日のトラック練習は、団体追抜き(4人で先頭を交代しながら走る団体競技)のトレーニングが中心であり、フライング 1000~4000mを行うことが多かった。また、高校期と同様に、バイクの後ろを走る高回転練習も行った。日曜日のロード練習は、ロード期のメニュー練習に加えて、平坦やアップダウンを含むコースにおいて、ロードの乗り込み練習を中心に行った。

(4)ロード+補強期 I の考察

ロード+補強期 I では週 2 回のウエイトトレーニング、週 1 回のトラック練習を導入したことによって、1 週間のトレーニング内容は変化した(表5)。しかし個人追抜きの成績は 3 分 45 秒台で記録の更新が頭打ちになった。

ウエイトトレーニングを導入はしたものの、ロード練習の方が重要という意識が強かったため、ロード

練習に支障がない範囲でしか行っていなかった。また、オーバーロードを意識せずに行っていたため、筋力を大きく向上させることができず、トラック短距離種目のスピード強化につながらなかった。さらに、試合直前になると、ウエイトトレーニングによる筋肉痛が、試合に悪影響を及ぼすと考え、ウエイトトレーニングを中断することが多く、継続的にトレーニングを行うことができなかった。

以上のように、3km 個人追い抜き自己ベストを更新することはできなかった大きな理由として、ウエイトトレーニングに対する意識が変化せず、その取り組みも消極的であったことが影響したと考えられる。例えば、ロード練習の方が重要であると考える一方で、ウエイトトレーニングが競技力向上にとって本当に必要なものと思えなかった。そのため、やらされている感覚で行っており、集中して意欲的にトレーニングが行うことができなかった。

ただし遠征が長期間行われてない場合などは、継続的にウエイトトレーニングを行っていたため、パークリールやスクワットの正しいフォームを習得することはできた。また、この期にはトラック練習を導入したことに加えて、トレーニングの目的に合わせて、ギア比を変えるようにしたことから、試合で使用するギア比を大きくすることができた。さらに、日本に世界標準の250mの自転車競技場(伊豆ベロドーム、静岡県伊豆市)ができたことで、ナショナルチームの合宿に参加するたびに250mバンクに慣れることができた。これらのことが、トラック+補強期Ⅱ(大学4年後期以降)の土台を作る上で有効であった可能性が考えられる。

4. ロード+補強期Ⅱの状況

(1) ロード+補強期Ⅱの目標と課題

ロード+補強期Ⅱでは、3km 個人追い抜き自己ベストを更新し、かつ日本記録を達成することを目的とした。日本記録を更新するためには、スピードと持久力を強化することが課題であると考えた。

(2) ロード+補強期Ⅱの主な競技成績

ロード+補強期Ⅱの主な競技成績は、表1のとおりである。ナショナルチームのトラック中距離種目において、団体追い抜き(4人同時に4km走る種目)や、オムニアムの代表選手であったことから、国際大会に出場する機会が増加したが、その代わりに国内大会の出場機会は減少した。

全日本選手権の3km 個人追い抜きでは、2014年2位、2015年1位を獲得した。また、アジア地域の選手が出場している国際レース(Japan Track Cup)のオムニアムでは、2014年(大学院1年)に4位、2015年(大学院2年)には1位となり、順位が向上した。上記の主要な大会では、3km 個人追い抜きのタイムもほとんどが3分45秒台を記録している。2014年11月のワールドカップでは、3km 個人追い抜きでは日本記録に迫る記録(3分43秒259)を達成したことから、パフォーマンスの向上が認められたと考えられる。また、2015年2月の世界選手権のポイントレースにおいて2位を獲得している。

(3) トラック短距離種目の記録の変化

図2には、トラック短距離種目の記録の変遷を示したものである。フライングラップでは、2013年8月の15.678秒から、2015年7月には14.961秒まで改善された。2014年7月以降には15秒台前半でコンスタントに走れるようになっており、2015年7月には、初めて14秒台を達成することができた。同時

に, 500mTT では, 2013 年 8 月の 38.663 秒から, 2015 年 7 月には 37.976 秒まで改善しており, 初めて 37 秒台を達成している.

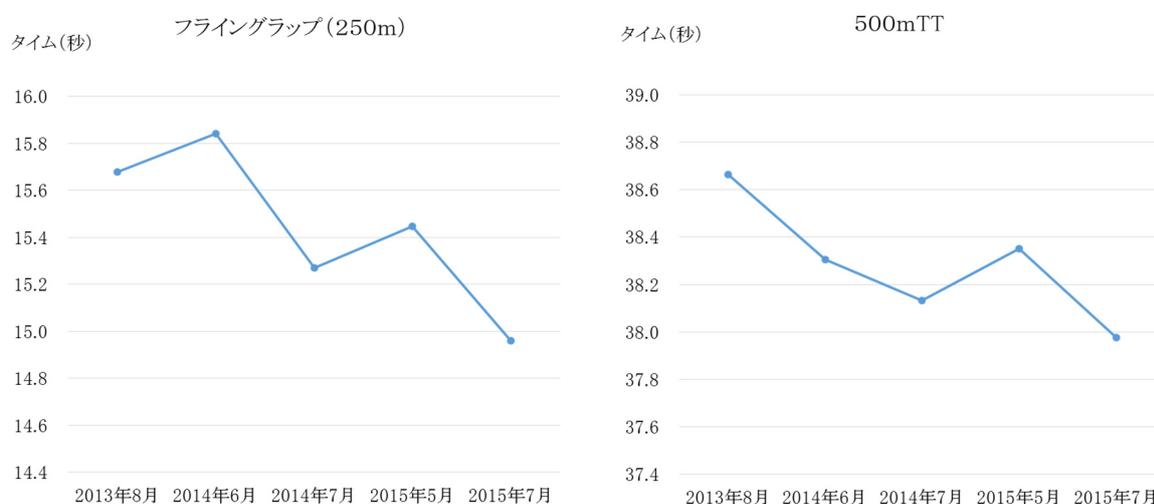


図2. トラック短距離種目における記録の変遷

(4) ロード+補強期Ⅱのトレーニング内容

表7は, ロード+補強期Ⅱの典型的なトレーニングパターンを示したものである. ロード練習に加えて, 次のような3種類の補強トレーニングを導入した.

- ①筋力強化のために, ウェイトトレーニングを行った. その際, オーバーロードを十分に意識するとともに, 遠征などでトレーニングが長期間中断しないようにした.
- ②スピードの強化のためにトラック練習を増やした.
- ③2回の大きな怪我(左肘橈骨頭骨折:2013年10月, 右肩脱臼:2014年11月)をきっかけに, 持久力の維持と強化のために低酸素トレーニングを導入した.

表7. ロード+補強期Ⅱのトレーニングパターン

	月	火	水	木	金	土	日
午前	OFF	ウェイト 2時間	ロード 1時間半		ウェイト 2時間	トラック 6時間	ロード 4時間
午後		ロード 2時間半					

ロード練習:17時間

トレーニング時間(合計):27時間

トラック練習:6時間

ウェイトトレーニング:4時間

1) ロード練習

ロード練習はロード+補強期Ⅰ(表5)と同様に行った. ただし, トラック中距離のナショナルチーム合宿の日数が増えたことにより, 年間のロード練習の走行時間は減少した.

2)トラック練習

ナショナルチームの合宿が、毎月平均して6日間、1年間の合計で46日間行われた(2014年度、大学院1年)。また所属チームに戻った時には、週1回の頻度でトラック練習を行ったことから、その年間総日数は約100日と増加した。

表8は、ロード+補強期Ⅱにおけるトラック練習のトレーニング内容を示したものである。トラック練習は、短距離種目および中距離種目の強化を目的として行った。これまで十分に行っていなかった短距離種目に特化したトレーニングも積極的に行った。ナショナルチーム合宿では、団体追い抜きの強化を目的としたトレーニングを行った。

表 8. ロード+補強期Ⅱにおけるトラック練習のトレーニング内容

分類	スタート動作	走行距離	ペース配分の意識	目的
短距離	ST・FL	500m	スタートから全力	ST: パワー強化 FL: ハイスピード強化
	ST・FL	1000m		
	FL(1人)	1000m	0-250m: スピードに乗せる 250-500m: 惰性で走行する 500-750m: ペース維持 750-1000m: 全力	ハイスピードの維持
持久力 (中距離)	ST・FL	2000m	レースペースより少し早いペースを維持	レースペースを楽に走れるように
	ST・FL	3000m		
	ST・FL	4000m	レースペースできれいにラップタイムを刻み、本番を意識して走る	本番を想定して、目標タイムで走る、トレーニング効果の確認
	FL	FL10000m	1250mごとに、ペースを上げていく	後半でペースをあげる感覚を身につける

スタート動作の指示

ST(スタンディング): スタートでしっかりとスピード(ペース)に乗せる

FL(フライイング) : 楽にスピードを乗せて

その他のトレーニング

※1 インターバルトレーニング (30秒全力、90秒休息)×10セット 持久力の強化

3)ウエイトトレーニング

表9は、ロード+補強期Ⅱに行ったウエイトトレーニングの内容を示したものである。ロード+補強期Ⅰと比較してロード補強期Ⅱでは、下肢2種目(フォワードランジ、アブダクター(股関節外転))、上肢1種目(ラットプルダウン)を追加した。ロード+補強期Ⅰで行っていた、一般的な体幹エクササイズ(腹筋、背筋)に加えて、スタビライゼーションエクササイズを追加したことによって、合計6~7種目に増えた。

表9. ロード+ 補強期Ⅱに行ったウエイトトレーニングの内容

部位	種目名	セット数
下肢	パワークリーン	3~4
	スクワット	3~4
	フォワードランジ	2~3
	アブダクター(股関節外転)	3
上肢	ベンチプレス	4
	シーティッドロウ	3
	ラットプルダウン	3
腹筋	バランスボール・プローン・ボディ・ニーアップ	3
	Vシットアップ	3
	ツイスティング・クランチ	3
	サイドジャックナイフ	3
	フロントブリッジ	3
	サイドブリッジ	3
背筋	バックエクステンション	2

ウエイトトレーニングは、筋力強化のために週 2 回、オーバーロードも意識しながら行った。また、遠征によってトレーニングが中断することによる筋力低下を避けるために、遠征直後にできるだけ早いタイミングで行うようにした。なお、肘や肩を負傷してリハビリを兼ねて行っている期間は、下肢のエクササイズ(スクワット、デッドリフト)をレッグプレスに置き換えて行った。また、怪我から復帰しても、肩や肘に不安がある場合は、パワークリーンをクリーンプルに代用して行った。

4) 低酸素トレーニング

①1 回目(大学 4 年生後期)

2013 年 10 月、トレーニング中に転倒して左肘橈骨頭骨折をした。手術はせず、患部を固定することで治療した(保存療法)。患部を固定していたために、肘関節の可動域が低下したことから、患部のリハビリテーションを行った。受傷してから 1 ヶ月は自転車を用いたトレーニングは行わず、11 月頃から自転車の乗車を開始した。

持久力を早期に回復させるために、2014 年 1 月から低酸素トレーニングを開始した。低酸素トレーニングは、標高 2500m(酸素濃度 15.4%)で開始した。1 週目は、低酸素環境下での LT 強度で 30 分、週 4~5 回実施した(奥島・山本, 2014)。2 週目以降は、低酸素環境下での LT~OBLA 強度で 10~15 分の運動を、3~4 セット行った。

②2 回目(大学院 1 年後期)

2014 年 11 月、トラックワールドカップ第 1 戦のレース中に転倒して、右肩脱臼をした。現地で手術を行い、怪我をした次の日から固定バイクでトレーニングを再開した。体力を維持することが目的であったため、軽強度で 30 分程度行った。帰国後、患部のリハビリと平行して、ただちに低酸素トレーニングを

開始した。

怪我をしている間は、標高を 3000m(酸素濃度 14.9%)に設定し、週 3~4 回、1 時間~1 時間半、低酸素トレーニングを行った。トレーニングメニューは、LT 強度で 1 時間行うか、OBLA 強度で 20 分走を 2 セット、10 分レストで行うことで、心肺機能の低下を防いだ。

怪我が治ってからは、ロード練習に支障が出ない範囲で、標高 2500m(酸素濃度 15.4%)に設定して、週 1~2 回約 1 時間の低酸素トレーニングを継続した。この時期の通常環境でのトレーニングは、15 秒~2 分間の運動時間からなるインターバルトレーニング、もしくは 20 分間のペース走を行った。

インターバルトレーニングは、ショートインターバルと言われる方法で、(運動 15 秒-休息 45 秒)×10 セット、(運動 1 分-休息 1 分)×5 回を 3 セット、(運動 2 分-休息 2 分)×5 回を 1 セット実施した。運動強度は、設定した時間の範囲でできるだけ高くなるように実施した。20 分間のペース走は、(運動 20 分-休息 10 分)×2 セットを行った。

(5)ロード+補強期Ⅱの考察

1)短距離種目の記録の向上

短距離種目のパフォーマンスの改善(図2)は、ウインゲートテストのパワー(図3)の改善がそれほど大きくないことから、無酸素性作業能力による向上というよりも、ロード+補強期Ⅰ以降にトラック練習の回数が増加したことにより、バンクでの走行技術が向上したことが影響していると考えられる。

ウエイトトレーニングに関しては、本研究の対象者は大幅な挙上重量の改善は認められなかった。しかし、オーバーロードを意識して行うことや、海外遠征などがあってもトレーニングの間隔が長期間あかないように、計画的に実施できるようになった。ウエイトトレーニングによる除脂肪体重の増加に伴い(44.9kg→46.2kg Δ1.3kg)、使用できるギア比が大きくなっていることから、自己ベスト更新にプラスに影響した可能性も考えられた。

2)3 km個人追い抜きの記録の変化

2014 年 7 月以降は、3km 個人追い抜きでは 3 分 45 秒台のタイムをコンスタントに出せるようになった(図1)。そして 2014 年 11 月のワールドカップでは、自己ベストタイムを更新し、日本記録まで 1 秒に迫る 3 分 43 秒 259 を出すことができた。このレース中では、対象者の感覚としてはスタートからスピードを乗せてリラックスして走ることができた。いつもより若干ペースが速かったため、後半 1 kmになると、きつく感じたが、その中でもペダルを踏んでいくことができた。通常であれば、このようなペースで走れば後半 1kmになるとペースが落ちてしまうところであるが、ペースを保って走ることができた。

3km 個人追い抜きのタイムが向上した理由として、トラック練習のトレーニング頻度が増加したことにより、バンクにおけるライン取り、力の入れどころと抜きどころがわかるようになった。これにより走行技術が向上したことも、3km 個人追い抜きのタイムの向上に好影響を及ぼしたと考えられる。また、短距離種目のパフォーマンスが向上したことにより、スタートから楽にスピードが乗せられるようになり、前半に無駄なエネルギーを消費しないで走れるようになったことも好影響を及ぼしたと考えられる。

大学入学時から大学院 1 年まで、最大酸素摂取量に大きな変化は認められないが、最大酸素摂取量が出現するパワーが増大していることから、高強度運動を継続できる能力が増大していたと考えられ

る(図5). さらに, 低酸素トレーニングの導入によって, 身体的にきつい状態でも運動が行えるようになったことで, 3km 個人追い抜き記録更新にプラスに働いたと考えられる.

以上のように, 走行技術の改善, 短距離種目のパフォーマンス向上, 高強度運動を持続できる能力の増大によって, 3km 個人追い抜きにおいてコンスタントに 3 分 45 秒台を出せるようになった可能性が考えられる. これらのことから, 3km 個人追い抜きでは体力要因の変化に加えて, トラック練習が重要である可能性が窺えた.

3) 負傷時における低酸素トレーニングの導入と効果

さらに, 負傷をした際にも, その直後から持久力を維持するために低酸素トレーニングを導入したことで, 持久力を維持することができ, 短期間で LT や OBLA を元の状態に戻すことができたと考えられる(図4). 負傷中にも低酸素トレーニングを行ったことで, 通常のトレーニングに復帰した時に, これまで以上の負荷をかけてロード練習が行えるようになった. この早期復帰に有効であったと考えられる. また, 低酸素トレーニングの導入によって, 身体的にきつい状態でも運動が行えるようになったことで, 3km 個人追い抜き記録更新にプラスに働いたと考えられる. このように, 負傷直後から早い段階で低酸素トレーニングを開始することによって, 怪我からの早期回復に有効であるだけでなく, 心肺機能の維持・向上といった身体能力(パフォーマンス)の向上に関しても有効であると考えられた.

一方で, 怪我から復帰して通常のロード練習に戻り, 低酸素トレーニングを中断すると, LT・OBLA が低下していた(図4). したがって, 通常時のトレーニングにおいても低酸素トレーニングを継続すれば, さらに持久力を向上させていける可能性もあると考えられる.

低酸素トレーニングは, 常圧低酸素室を所有する組織で活動している場合において使用できる. 本研究の対象者のように使用できる環境に所属している場合は, 積極的に取り入れることは, パフォーマンスを引き上げる上で有効と考えられる.

4) ポイントレースの記録の変化

2014 年 11 月に肩関節を負傷してから, 12 月から 1 月と懸命にリハビリを続けてきたが, その甲斐もあり 2015 年 2 月の世界選手権のポイントレースでは 2 位になることができた. 世界選手権で好成績をおさめた理由として, 2014 年 11~12 月の肩のリハビリと平行して行った低酸素トレーニングの効果と, 2015 年 1 月にナショナルチーム合宿で質の高いトレーニングができたこと, また 2015 年 2 月初旬にアジア選手権があり, 試合の中で高強度の刺激が入ったことがポジティブに働いたと考えられる.

2014 年 11 月に, 肩関節を負傷してからは低酸素トレーニングを中心に行っていた. 肩関節に負担がない範囲で運動を行うという制約があったが, 基礎体力の維持および底上げをすることができた. 2014 年 12 月末には, 大学の近隣で約 2 週間の強化合宿を組んで, 負傷後はじめてバンク練習を再開した. 昼間のバンク練習では, バイクペーサーなどを用いて高強度の持久系トレーニングを行い, 夕方は低酸素トレーニングを実施した.

2015 年 1 月中旬にはナショナルチーム合宿にも参加した. 怪我から復帰したばかりであったが, 予想していたよりもよく走ることができた. これは, 2014 年 11~12 月に行ったりリハビリテーションと体力強化を兼ねた低酸素トレーニングの効果だと考えられる.

ナショナルチーム合宿を経て、2015年2月のアジア選手権で団体追抜きを2レース、オムニウム(6種目)に出場した。ここでの競技成績は良くなかったが、レースを走ることによって強度の高いトレーニング刺激が入った。また、レースの感覚を掴んだことが、2015年2月の世界選手権のポイントレース2位という成績(表1)に繋がったと考えられる。

IV. 体力要因の変化

1. 身体組成の変化

表10は、対象者の身体組成の変化を示したものである。ロード+補強期IIでは、筋力強化のためにウエイトトレーニングを本格的に導入したことで、2014年5月から2015年4月の1年間で、除脂肪体重は1.3kg増加していた。

表10. 対象者の身体組成の変化

時期	日付	体重(kg)	体脂肪率(%)	除脂肪体重(kg)
ロード期	2010年8月	54.7	19.7	44.0
ロード+補強期I	-	-	-	-
ロード+補強期II	2014年4月	56.8	18.9	44.9
	2015年4月	57.0	18.9	46.2

2. ウィンゲートテストの変化

図3は、各トレーニング期におけるウィンゲートテストの成績を示したものである。体重あたりの最大パワーおよび平均パワーが、高校生期からロード+補強期IIにかけて微増していた。また低下率は32%から28%へと減少(改善)していた。

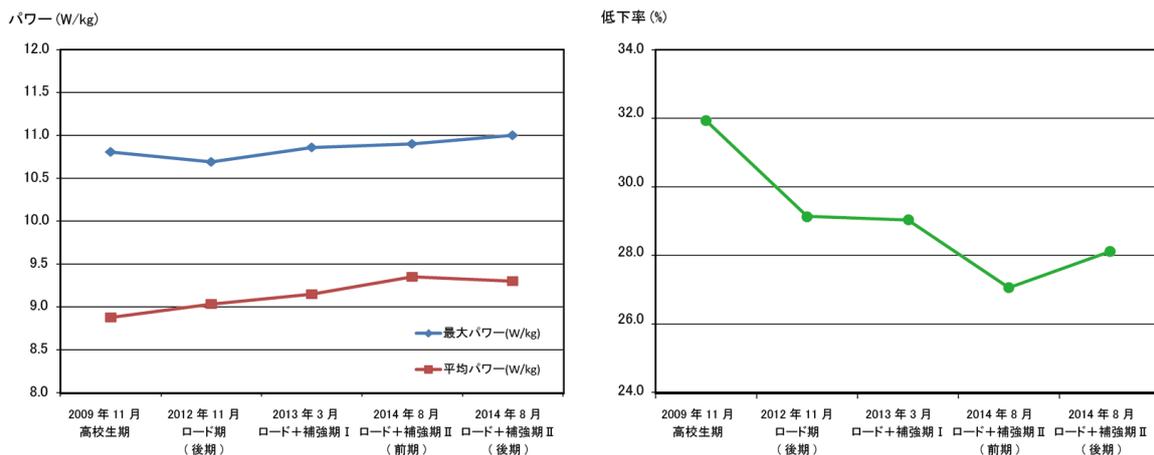


図3. 各トレーニング期におけるウィンゲートテストの成績

3. 乳酸カーブテストの変化

図4は、ロード+補強期I・IIにおける乳酸カーブテストの変化を示したものである。2013年7月の乳酸カーブテストの結果は、ロード+補強期Iの大学4年の全日本大学対抗選手権自転車競技大会

(インカレ)直前のものである。1度目の負傷後(肘関節を負傷)に計測した2014年1月では、LT、OBLA共に10W低下していた(a)。その後2014年3、6、8月と競技復帰するにつれてOBLAは向上した(b)。一方、LTは2014年3、6月では230Wであったが、2014年7月になるとやや低下していた。

2014年11月に負傷(肩関節を負傷)してから、1ヶ月後の2014年12月に計測したところ、LT、OBLA共に20W近く低下していた(c)。一方、2014年12月から2015年1月にかけて、積極的に低酸素トレーニングを行ったことや、2015年2月にアジア選手権および世界選手権に出場することで、2015年3月の測定では、LTおよびOBLAが30W近く改善した(d)。LTは負傷前のOBLAと同等の値になり、OBLAは自己最高値を更新することができた。

つまり、負傷から5ヶ月間(2015年3月)で、乳酸カーブテストのLT・OBLAが負荷前のレベルに回復するだけでなく、自己最高値を更新することができた。しかし、2015年4月以降は、試合や遠征が続いて、ロード練習が減少したことや、低酸素トレーニングを中断したため、2015年6月の計測では、LT・OBLA共に低下していた(e)。

4. 最大酸素摂取量の変化

図5には、各トレーニング期における最大酸素摂取量を示した。最大酸素摂取量の計測方法は、ロード期ではダグラスバック法、ロード+補強期Ⅰ・Ⅱではプレス・バイ・プレス方式を用いている。そのため単純に比較することは難しいが、大学1年から大学院2年までの約5年間で大きな変化は認められなかった。一方、最大酸素摂取量が出現するパワー値が、ロード+補強期Ⅰ・Ⅱでは増加していた。

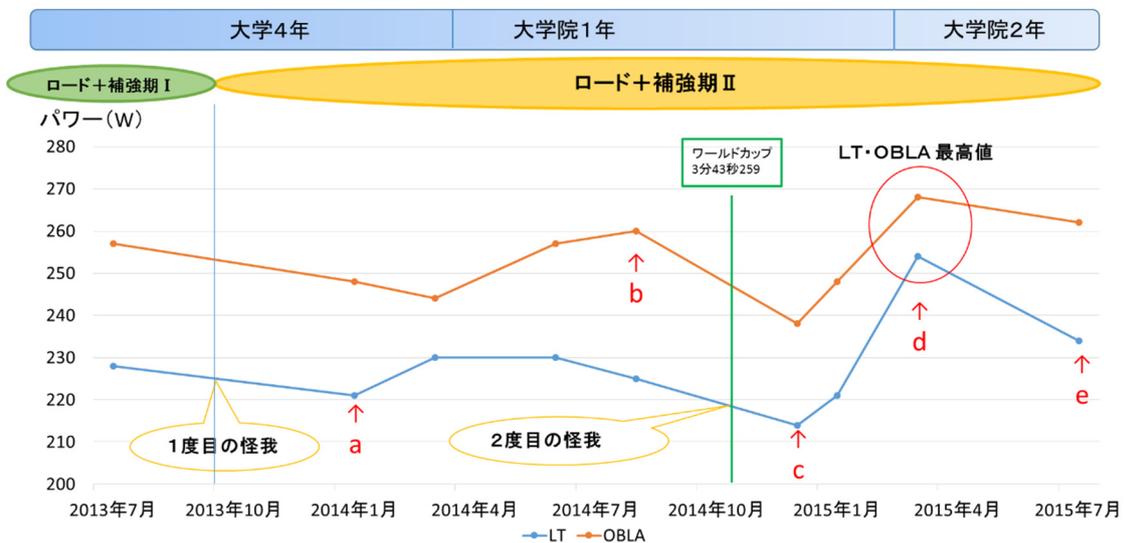


図4. ロード+補強期Ⅰ・Ⅱにおける乳酸カーブテストの変化

図4. ロード+補強期Ⅰ・Ⅱにおける乳酸カーブテストの変化

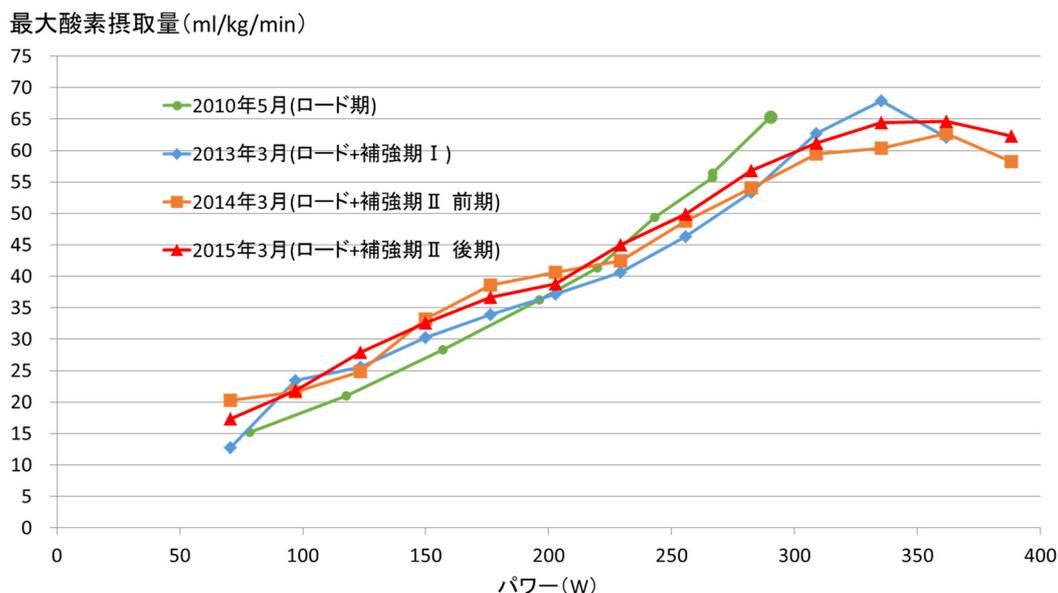


図5. 各トレーニング期における最大酸素摂取量の変化

5. 体力要因に関する考察

対象者の除脂肪体重は、本事例における約 5 年間で 2.2kg 増加した。ロード期からロード+補強期 I までの 3 年半では 0.9kg 増加している。一方、ロード+補強期 II では、ウエイトトレーニングを積極的に行うことで、1年間という短期間で 1.3kg の除脂肪体重を増加させている。この結果は、意識性の原則に基づいて、積極的にトレーニングに取り組むことで、短期間に大きな効果が得られることを示唆している。

対象者の最大酸素摂取量は、大学に入学した時点で 65.4ml/kg/min であった。インカレ出場レベルの自転車競技女子大学生が 50ml/kg/min 台であることから、入学当時から高値を示していたと考えられる。また、Impellizzeri et al.(2008)によると、プロの女子自転車ロード選手は、最大酸素摂取量が 57.0~64.8ml/kg/min であることを報告している。さらに、山岳レースを得意とするクライマーと呼ばれる女子選手は、最大酸素摂取量が 64.8 ± 2.6 ml/kg/min であることから、対象者はこれと同等であり、海外選手に匹敵する有酸素性作業能力を有していたと考えられる。

大学入学から大学院修士課程までの約 5 年間において、最大酸素摂取量の大幅な向上は認められないが、最大酸素摂取量が出現するパワーが増大している。ロード期とロード+補強期 I・II では、測定プロトコルが異なるため単純に比較することはできないが、測定プロトコルが同じであるロード+補強期 I からロード補強期 II では、27W 増加している。つまり、ロード+補強期 I からロード+補強期 II において、対象者の最大酸素摂取量は変化していないが、高パワー発揮を持続的に発揮する能力は増加させていたと考えられる。

乳酸カーブテストにおける LT および OBLA の値は、ロード+補強期 I の後期からロード+補強期 II の中盤(2014年7月)に向けて改善されている。2013年10月に落車して、肘関節を負傷したため大きく低下しているが、競技復帰後は同等以上の LT および OBLA を示している。

2014年11月のワールドカップで、3km 個人追い抜きにおいて日本記録に近いタイムを達成してい

る。記録達成後のレースで落車したため、自己ベスト更新後の測定値は計測することができなかった。もし、試合直後に計測できれば、2014年8月と同等か、それ以上の値を示したのではないかと予想される。肩関節の負傷から競技復帰してから、2015年の試合では、3km個人追い抜きにおいて3分45秒台の記録を連続して達成している。同時に、LTおよびOBLAの値も高い状態が保たれていることから、LTおよびOBLAの数値は、3km個人追い抜きのパフォーマンスと密接に関連している可能性があると推察される。

なお、2015年2月には世界選手権においてポイントレースで2位を獲得している。その1ヶ月後に、乳酸カーブテストを実施したところ、本事例において過去最高値のLTおよびOBLAの数値を示した。この結果は、世界選手権の直前では、持久力がかなり高い状態まで引き上げられていたために、高いパフォーマンスを発揮できたことを裏付けるものと考えられる。

本研究の対象者は、3km個人追い抜きのパフォーマンスを改善させる過程において、最大酸素摂取量には大きな変化は認められないが、LTおよびOBLAの改善がみられた。高校生期に比べると、大学および大学院(ロード期およびロード+補強期Ⅰ・Ⅱ)では、週間および年間のロード練習の走行時間が大きいことが、LTおよびOBLAの改善に有効であったと考えられる。一方、最大酸素摂取量は大きく変化しなかったが、これは高校生期で定期的に行っていたインターバルトレーニングが大学入学以降あまり行われていなかったことが影響した可能性が考えられる。しかしながら、別の見方をすれば、対象者は大学入学時の時点で相当高い最大酸素摂取量(65.4ml/kg/min)を有しており、それを維持するだけのトレーニング内容が大学入学後のトレーニングでも実施できていたことも考えられる。

なお、最大酸素摂取量が増えるパワー値の増大は、除脂肪体重の増加、ウェイトトレーニングによる筋力の増大、ウイングテストにおける体重あたりのパワーの増大などが、複合的に作用することによってもたらされた可能性が考えられる。

V. 総合考察

1. 大学から大学院修士課程までの約5年間のトレーニング内容の変化について

ロード期では、高校から大学進学に伴いトレーニング環境が変化することにより、ロード練習が1日1回から2回の頻度になり、1週間あたりのトレーニング時間が増加した(高校生期:表2;ロード期:表3)。同時に、競技レベルの高い男子選手と一緒にトレーニングを行うことで、基礎体力の向上につながった。また、ロード練習で「メニュー」というトレーニング方法(表4)を追加することで、運動強度の高いトレーニングを実施したことは、競技力および3km個人追い抜きのタイム(図1)を高める上では有効であったと考えられる。

ロード+補強期Ⅰ・Ⅱでは、ロード期に比べて、ロード練習が週あたり25時間から17時間に減少しているが(ロード+補強期Ⅰ:表5;ロード+補強期Ⅱ:表7)、それでも1日平均2時間強は行われている。このようにロード練習の時間を確保することは、高い有酸素性作業能力を維持する上では重要であると考えられる。この時期では、1週間や年間単位で、トラック練習の割合を増やしたことで、短距離種目のパフォーマンスがやや向上した。この変化により、自己のスピード域が上がり(最大スピードが高まり、太田ほか(2011))、3km個人追い抜きにおいて、スタートから楽にスピードを高めることができるようになったと考えられる。また、トラック練習の頻度が増えたことで、ロード練習では出すことのできないス

ピード域でトレーニングを行うことにより、高強度運動における持久力を改善した。さらに、250m バンクの自転車競技場を使用したことで、国際基準である250mの自転車競技場の特性をつかむことができ、走行技術が向上したことも、3km 個人追い抜きの記録の改善につながったと考えられる。なお、年間を通して、ウエイトトレーニング(ロード+補強期Ⅰ:表5;ロード+補強期Ⅱ:表7)で筋力を高めることによって、トラック練習において使用できるギア比が大きくなったことも、トラックの短距離および中距離種目のパフォーマンスの向上に役だったと考えられる。

ロード+補強期Ⅱでは、大きな負傷からの持久力を維持するために低酸素トレーニングを導入したことで、持久力の維持や、短期間でLTやOBLAを元の状態に戻すことができたと考えられる(図4)。また、低酸素トレーニングの導入によって、身体的にきつい状態でも運動が行えるようになったことで、3km 個人追い抜きの記録更新(図1)にプラスに働いたと考えられる。

以上のことをまとめると、持久系の体力を高いレベルで身につけた選手が、3 km個人追い抜きのパフォーマンスを向上させるためには、ロード練習、トラック練習、ウエイトトレーニング、低酸素トレーニングを、バランスよく組み込んでいくことが重要であると考えられた。本事例を見ると、3km 個人追い抜きのパフォーマンスを高めるには、週1回以上のトラック練習を行うことや、週2回のウエイトトレーニングを実施すること(ロード+補強期Ⅰ:表5;ロード+補強期Ⅱ:表7)が必要であると考えられる。

2. トレーニングに取り組む意識の変化

高校生期からロード期およびロード+補強期Ⅰまでは、コーチやチームから与えられたトレーニングメニューを行っており、自主的にトレーニング内容を考えることはなかった。また、ウエイトトレーニングについても、必要ないと思い込んでおり、やらされている感覚があった。そのため、直前に開催される試合を理由にウエイトトレーニングを中止にしたり、真剣に取り組むことができなかった。しかし、3km 個人追い抜きの記録が頭打ちになり、同じことを行っても成長することができないと気づいてから、避けていたウエイトトレーニングに対しても積極的に取り組むようになった。選手自身が競技向上について、真剣に考えはじめたことで、苦手なトレーニングにも積極的に取り組む姿勢に変化したことが伺える。指導者から課題を与えられることにより、苦手や弱点の改善を実施するきっかけにはなるが、トレーニング効果を引き出すためには、選手自身が、それを真に必要なだと理解することが重要である。言い換えれば、トレーニング原則の1つである意識性・積極性の原則(ボンパ, 2006)に基づき、このように取り組み姿勢が変化したことも、ロード+補強期Ⅱでパフォーマンスが向上した理由の1つであると考えられる(図1)。

また、ロード+補強期Ⅱでは、対象者自身で重要な試合の設定やトレーニングの優先順位を決定できるようになるなど目標設定に関わる技能が高まったことで、安定したパフォーマンスを達成できるようになったことがうかがえる。したがって、心理的に成長して、選手の思考方法に変化が生じることは、パフォーマンス向上には重要な要因であると考えられる。

表11は、対象者の各期におけるトレーニングの重点項目、体力・技術の改善点、トレーニングに対する意識を整理したものである。高校生期では、インターバルトレーニングを中心としたトレーニングにより、心肺機能の向上が認められた。ロード期では、長時間に渡る集中的なロード練習によって、基礎体力が向上したと推察される(表3)。ロード+補強期Ⅰでは、パフォーマンスの向上は認められないが、

ロード+補強期Ⅱで好成績を収めるための準備期間になっていたと考えられる。ロード+補強期Ⅱでは、体力・技術の改善だけではなく、トレーニングに関する心理的变化により、積極的に弱点になっている課題に対して、様々なトレーニングに取り組むようになり、競技力向上につながったと考えられた。

言いかえると、ロード+補強期Ⅰ(表5)とロード+補強期Ⅱ(表7)では、見かけ上はトレーニング内容が同様であっても、選手の意識や、取り組み次第で、トレーニング効果は大きく異なることを示している。トレーニング原則の1つである意識性・積極性の原則(ボンパ, 2006)から言えば、当然のことではある。しかし、大学および国内トップレベルの選手であっても、改めて、このような意識性・積極性の原則について考慮しながら、トレーニングを実施することの重要性を示唆しているといえる。

表11. 各期におけるトレーニングの重点項目、体力・技術の改善点、トレーニングに対する意識

	高校生期	ロード期	ロード+補強期Ⅰ	ロード+補強期Ⅱ
期間	2007年4月～2010年3月	2010年4月～2012年4月	2012年5月～2013年9月	2013年10月～2015年7月
目標	全国高校選抜において優勝する	全日本選手権ロードレース、およびトラックレースにおいて表彰台に上がる	全日本選手権のロードレースでは表彰台に上がる。全日本選手権のトラックレースではポイントレースと個人追抜きで優勝する。	個人追い抜きの自己ベストを更新し、かつ日本記録を達成する
課題	自転車競技の導入 基礎体力の向上	新しい練習環境(大学)に慣れる。	ロードレースでは登りを強化する。トラックレースは、中距離種目と短距離種目の強化する。	スピードと持久力を強化する。
トレーニングの重点項目	ロード練習とトラック練習	ロード練習	ロード練習、トラック練習、ウエイトトレーニングの導入	ロード練習、トラック練習、ウエイトトレーニング
トレーニングの目的	持久力の強化	持久力の強化	トラックレースにおける短距離および中距離種目の強化。 筋力強化	スピードの強化。 筋力強化
トレーニング内容	・ロード練習における坂道でのインターバルトレーニング、トラック練習における1周ラップのインターバルトレーニングなどの高強度トレーニングを実施した。 ・女子選手でありながら、男子と同等のトレーニング内容を行った。	・レベルの高い大学で男子選手と一緒にトレーニングを実施した。	ロード練習だけでは、パフォーマンスの頭打ちになったので、トラック練習の再導入や、ウエイトトレーニングを導入した。	ロード練習に加えて、各種の補強トレーニングを積極的に実施した。 ①トラック練習の工夫 ②ウエイトトレーニングの充実 ③負傷時の患部外トレーニングとして、低酸素トレーニングを導入
体力・技術の改善点および問題点	改善点:心肺機能が向上して、高いVO2maxを獲得できた。大学に向けての素地が作られた。	改善点:ロード+補強期Ⅰ～Ⅱに向けて、持久力に関する基礎体力を獲得した。 問題点:ロード練習だけでは、個人追い抜きの記録は頭打ちになった。	問題点:ロード練習を重視しており、ウエイトトレーニングの重要性が理解できなかった。このため、結果に直結する、十分な取り組みにつながらなかった。 改善点:ウエイトトレーニングのフォーム獲得はできたことから、ロード+補強期Ⅱに向けての準備になった。	改善点:意識の変革とも相まって、様々なトレーニングの取り組みが、よい方向に作用した。
トレーニングに対する意識	与えられたメニューをこなすのみ。	与えられたメニューをこなすのみ。	与えられたメニューをこなすのみ。 ウエイトトレーニングには内心で効果を疑っていた。	与えられたメニューをこなすだけでは限界があると感じ、自ら積極的にトレーニングについて考えるようになった。 各種のトレーニングに積極的に取り組むことで、それぞれの効果もより大きく現れた。

* 青字はよかった点、赤字は反省点を示す

VI. 本事例全体のまとめ

3km 個人追い抜きでは日本記録に迫る記録(3分43秒259)を達成した自転車競技女子中距離選手が、大学および大学院修士課程に所属した約5年間のトレーニング内容をまとめたところ、以下のよう重要な知見が示唆された。

1. 選手育成の前提条件として、高校生期にインターバルトレーニングなどを用いて、最大酸素摂取量に代表される心肺機能を高めておくことが重要であること。
2. ロード練習のトレーニング時間を長くする(1日1回から1日2回に変更、週あたりのトレーニング時間)ことは、トラックで行われる3km個人追い抜きのパフォーマンス向上にとっても有効である。
3. 女子選手でも、男子選手と同様のメニューを行い、男子と一緒にトレーニングすることが有効である可能性があること。
4. 4. 3km個人追い抜きの記録が停滞した場合、ロード練習に加えて、ウェイトトレーニングおよびトラック練習をバランスよく行っていくこと。
5. ウェイトトレーニングの効果を上げるには、トレーニングの意義を選手自身が理解して、自主的にオーバーロードを意識して行うこと。また、遠征などでトレーニングを休止する間隔が長くないように、計画的かつ継続的にトレーニングすること。
6. 弱点克服のためには、選手自身が真に必要であると理解して、トレーニングに対する取り組みが変わることが重要である。意識性・積極性の原則について、考慮しながらトレーニングを実施すること。

VII. 文献

- ・ 荒木就平, 安藤隼人, 黒川剛, 山本正嘉(2005) 年間を通しての練習内容と体力測定結果から見た鹿屋体育大学自転車ロード競技選手におけるトレーニングの問題点. スポーツトレーニング科学, 6:24-31.
- ・ Bourdon, P.(2000) Blood lactate transition thresholds: Concepts and Controversies. In: Australian sports commission. Christopher, J.G (Ed.) Physiological tests for elite athletes. Human Kinetics: Champaign, pp.50-65.
- ・ Graig, N., Walsh, C., Martin, D., Woolford, S., Bourdon, P., Stanef, T., Barnes, P., and Savage, B.(2000) Protocols for the physiological assessment of High-Performance Track, Road, and Mountain Cyclists. In: Australian sports commission. Christopher, J.G (Ed.) Physiological tests for elite athletes. Human Kinetics: Champaign, pp.258-277.
- ・ Impellizzeri, F.M., Ebert, T., Sassi, A., Menaspà, P., Rampinini, E., and Martin, D.T.(2008) Level ground and uphill cycling ability in elite female mountain bikers and road cyclist. European journal of applied physiology. 102:335-341.
- ・ 太田洋一, 高嶋渉, 池田祐介, 貴嶋孝太, 村田正洋(2011) 自転車競技(200mFTT,250mTT,500mTT,1kmTT,4kmTT)における記録とレース中の速度変化特性,クランク回転数変化特性およびギア比との関係. トレーニング科学,23(2),177-195.

- ・ 奥島大, 山本正嘉(2014) 1 週間の低酸素環境下での事前順化トレーニングが低酸素環境における運動能力および生理応答に及ぼす影響. 体力科学, 63(1):213-222.
- ・ Ofoghi B, Zeleznikow J, Dwyer D, Macmahon C.(2013) Modelling and analysing track cycling Omnium performances using statistical and machine learning techniques. Journal of sports sciences, 31(9):954-962.
- ・ テューダー・ボンパ:尾縣貢, 青山清英監訳 競技力向上のトレーニング戦略. ピリオダイゼーションの理論と実際.大修館書店 pp.20-21.