



HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---------------------|---|
| Title | 陸上競技・長距離走のコーチングに関する研究：大学男子選手を対象にして |
| Author(s) | 中澤, 翔 |
| Degree Grantor | 北海道大学 |
| Degree Name | 博士(教育学) |
| Dissertation Number | 甲第15336号 |
| Issue Date | 2023-03-23 |
| DOI | https://doi.org/10.14943/doctoral.k15336 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/89512 |
| Type | doctoral thesis |
| File Information | NAKAZAWA_Sho.pdf |



博士（教育学）学位論文

陸上競技・長距離走のコーチングに関する研究
－大学男子選手を対象にして－

北海道大学大学院教育学院

中澤 翔

目次

序章

| | |
|--|----|
| I. 緒言 | 1 |
| II. 先行研究の検討 | 3 |
| II-I. 長距離走のトレーニング | |
| A. 持続走..... | 4 |
| B. インターバル走..... | 5 |
| II-II. 長距離走トレーニングと競技記録 | |
| A. 持続走と競技記録の関係..... | 6 |
| B. インターバル走と競技記録の関係..... | 6 |
| C. 小括 | 7 |
| II-III. 長距離走トレーニングの効果およびトレーニング指標としての走行距離 | |
| A. 有酸素性作業能の測定による長距離走トレーニングの効果検証 | 7 |
| B. 長距離走トレーニングにおける有酸素性作業能の追跡期間 | 8 |
| C. 長距離走におけるトレーニング指標としての走行距離 | 8 |
| D. 小括..... | 9 |
| II-IV. 長距離走におけるコンディション指標とトレーニング指標 | |
| A. コンディション指標としての Visual Analog Scale (VAS) | 9 |
| B. コンディション指標としての睡眠時間..... | 10 |
| C. 長距離走におけるトレーニング指標としての Session RPE..... | 11 |
| D. 小括..... | 12 |
| III. 本研究の目的と課題 | 12 |
| 第1章. 大学男子長距離走選手・指導者におけるトレーニングの実施・計画状況とそ | |

の考え方

| | |
|--|----|
| 1-1. 目的 | 14 |
| 1-2. 方法 | |
| A. 質問紙調査の対象校および対象者 | 14 |
| B. 質問紙調査の方法 | 14 |
| C. 質問紙調査の内容 | 15 |
| D. 統計処理 | 16 |
| 1-3. 結果 | |
| 1-3-1. 選手への質問紙調査の回答結果 | |
| A. 質問紙調査の回収結果 | 17 |
| B. 選手における競技レベル別のトレーニング実施状況の比較 | 17 |
| C. 選手における競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較 | 17 |
| D. 各競技レベルの選手における競技記録向上の可能性が高いトレーニング法の比較 | 18 |
| E. 各競技レベルの選手におけるランニング障害の危険性が高いトレーニング法の比較 | 19 |
| F. 5000m 走シーズン最高記録と走行距離の関係 | 20 |
| 1-3-2. 指導者への質問紙調査の結果 | |
| A. 質問紙調査の回収結果 | 20 |
| B. 指導者における競技レベル別のトレーニング計画の比較 | 20 |
| C. 指導者における競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較 | 21 |
| D. 指導者における競技レベルの異なる選手に対するトレーニングの考え方 . | 21 |
| E. 指導しているチームの上位 10 名の平均 5000m 走記録と走行距離の関係 . | 22 |
| 1-4. 考察 | |

| | |
|---|----|
| 1-4-1. 競技レベル別の走行距離..... | 23 |
| 1-4-2. 選手における競技レベル別のトレーニングの考え方..... | 24 |
| 1-4-3. 指導者における競技レベル別のトレーニング計画とその考え方..... | 25 |
| 1-5. 小括..... | 26 |
| 1-6. 成果と課題－競技記録向上, 障害予防に向けたトレーニング法－..... | 27 |
| 第2章. 大学男子長距離走選手の走行距離と有酸素性作業能, 競技記録の関係 | |
| 2-1. 目的..... | 28 |
| 2-2. 方法 | |
| A. 対象者..... | 29 |
| B. 実験期間と手順..... | 29 |
| C. 有酸素性作業能..... | 29 |
| D. 統計処理..... | 30 |
| 2-3. 結果 | |
| A. 走行距離とVTの関係..... | 30 |
| B. 走行距離と5000m走記録の関係..... | 30 |
| C. VTと5000m走記録の関係..... | 31 |
| D. 走行距離, 5000m走記録, 有酸素性作業能の推移..... | 33 |
| E. 6月測定以降の5000m走最高記録と直前1-4ヶ月間の走行距離の関係.... | 33 |
| F. 走行距離増減による5000m走記録, 各有酸素性作業能の変化値..... | 34 |
| G. 4-6月から7-11月にかけての走行距離および各有酸素性作業能の変化量 | 34 |
| 2-4. 考察 | |
| 2-4-1. 走行距離と有酸素性作業能, 競技記録の関係..... | 35 |
| 2-4-2. 前半期走行距離と後半期VT, 競技記録の関係..... | 36 |
| 2-4-3. VTと競技記録の関係..... | 37 |

| | |
|--|----|
| 2-4-4. 走行距離増減による 5000m 走記録, 有酸素性作業能の変化 | 37 |
| 2-5. 小括 | 38 |
| 2-6. 成果と課題ー走行距離を活用したコーチングの意義ー | 39 |
| 第 3 章. 大学男子長距離走選手のトレーニング指標・コンディション指標と競技記録 の関係 | |
| 3-1. 目的 | 40 |
| 3-2. 方法 | |
| A. 対象者 | 40 |
| B. 対象期間・競技記録 | 40 |
| C. トレーニング指標とコンディション指標 | 41 |
| D. 統計処理 | 42 |
| 3-3. 結果 | |
| A. トレーニング期別のトレーニング指標とコンディション指標の比較 | 42 |
| B. トレーニング指標, コンディション指標, 競技記録の関係 | 43 |
| C. トレーニング強度の分布 | 43 |
| D. 各トレーニング強度の走行時間と競技記録の関係 | 45 |
| E. トレーニング指標とコンディション指標の関係 | 45 |
| F. シーズン最高記録の試合直前 6 週間におけるトレーニング指標とコンディ ション指標の推移 | 46 |
| G. シーズン最高記録を達成した試合直前 1-6 週間におけるトレーニング指標, コンディション指標, 競技記録の関係 | 47 |
| 3-4. 考察 | |
| A. トレーニング指標と競技記録の関係 | 48 |
| B. 睡眠時間と競技記録の関係 | 50 |

| | |
|---|----|
| C. トレーニング強度別の走行時間と競技記録の関係 | 50 |
| D. トレーニング期別のトレーニング指標とコンディション指標の推移 | 51 |
| E. シーズン最高記録の試合直前 6 週間におけるトレーニング指標とコンディション指標の推移..... | 52 |
| 3-5. 小括 | 53 |
| 3-6. 成果と課題－トレーニング指標とコンディション指標の両方を活用したコーチングの意義－..... | 53 |
| 結章 | |
| I. 総合考察 | |
| I - I. 研究課題 1..... | 55 |
| I - II. 研究課題 2..... | 56 |
| I - III. 研究課題 3..... | 58 |
| II. 本研究のまとめ | 60 |
| III. 大学男子長距離走選手に対するコーチング方略の例 | 61 |
| IV. 教育現場への波及効果..... | 62 |
| 副論文一覧..... | 64 |
| 謝辞 | 65 |
| 参考文献 | 66 |

図表一覧

図一覧

| | |
|---|----|
| 図 1. 第 275 回日本体育大学長距離競技会における 5000m 走の記録別人数 | 2 |
| 図 2. 本研究の目的..... | 13 |
| 図 3. 後半期走行距離と後半期 VT の関係..... | 31 |
| 図 4. 前半期走行距離と後半期 VT の関係..... | 31 |
| 図 5. 8 ヶ月間の走行距離と 5000m 走シーズン最高記録の関係 | 32 |
| 図 6. 前半期走行距離と後半期 5000m 走記録の関係 | 32 |
| 図 7. 後半期 VT と後半期 5000m 走記録の関係 | 32 |
| 図 8. トレーニング指標およびコンディション指標と競技記録の関係..... | 44 |
| 図 9. 16 週間における各トレーニング強度の分布 | 44 |
| 図 10. シーズン最高記録の試合直前 6 週間におけるトレーニング指標, コンディシ ョン指標の推移..... | 47 |
| 図 11. 研究課題 1 のまとめ | 56 |
| 図 12. 研究課題 2 のまとめ | 57 |
| 図 13. 研究課題 3 のまとめ | 69 |
| 図 14. 本研究のまとめ | 60 |

表一覧

| | |
|---|----|
| 表 1. 大学長距離走の選手および指導者に対する質問紙調査の内容 | 16 |
| 表 2. 選手における競技レベル別のトレーニング実施状況の比較..... | 18 |
| 表 3. 選手における競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較 | 18 |
| 表 4. 各競技レベルの選手における競技記録向上の可能性が高いトレーニング法の比較..... | 19 |
| 表 5. 各競技レベルの選手におけるランニング障害の危険性が高いトレーニング法の比較 | 19 |
| 表 6. 2019 年度 5000m 走シーズン最高記録と走行距離の関係 | 20 |
| 表 7. 指導者における競技レベル別のトレーニング計画の比較 | 21 |
| 表 8. 指導者における競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較..... | 22 |
| 表 9. 競技レベルの異なる選手に対するトレーニングの考え方 | 22 |
| 表 10. 指導しているチームの上位 10 名の平均 5000m 走記録と走行距離の関係 .. | 23 |
| 表 11. 走行距離, 5000m 走記録, 有酸素性作業能の推移..... | 33 |
| 表 12. 6 月測定以降の 5000m 走最高記録と直前 1-4 ヶ月間の走行距離の関係 | 33 |
| 表 13. 走行距離増減による 5000m 走記録および各有酸素性作業能の変化値 | 34 |
| 表 14. 4-6 月から 7-11 月にかけての走行距離の変化量と有酸素性作業能の関係 .. | 35 |
| 表 15. トレーニング期別のトレーニング指標, コンディション指標の比較..... | 43 |
| 表 16. 16 週間における各トレーニング強度の走行時間と競技記録の関係 | 45 |
| 表 17. 16 週間におけるトレーニング指標およびコンディション指標の関係 | 46 |
| 表 18. シーズン最高記録の試合直前 6 週間におけるトレーニング指標, コンディション指標と競技記録の関係 | 48 |
| 表 19. 本研究結果から得られた指導法の指針 | 62 |

略語の一覧

換気性閾値：VT (Ventilatory threshold)

換気量： $\dot{V}E$ (Ventilation)

血中乳酸濃度：La (Lactic acid)

呼吸交換比：RER (Respiratory exchange ratio)

呼吸性補償閾値：RCT (Respiratory compensation threshold)

最大酸素摂取量： $\dot{V}O_{2max}$ (Maximum oxygen uptake)

酸素摂取量： $\dot{V}O_2$ (Oxygen uptake)

主観的運動強度：RPE (Ratings of perceived exertion)

心拍数：HR (Heart rate)

走の経済性：RE (Running economy)

二酸化炭素排出量： $\dot{V}CO_2$ (Carbon dioxide output)

乳酸性閾値：LT (Lactate threshold)

無酸素性閾値：AT (Anaerobic threshold)

序章

I. 緒言

本研究は、陸上競技・長距離走¹における大学男子選手（以下、「大学男子長距離走選手」と省略）に対する競技記録向上に有効なコーチング方略を明らかにすることを企図するものである。

我が国では、陸上競技の中で長距離走の競技人口が多い。その背景として、「駅伝」が一要因として挙げられる。駅伝は、(1) 日本独自に発達した競技種目であること、(2) リレーであること、(3) チーム性があり、他の競技種目と比較してもユニークであるため（有吉，1988）、中学生、高校生、大学生、社会人（実業団選手、市民ランナー等）といった幅広い年代や競技レベルの選手が出場している競技種目である。駅伝の中でも、大学駅伝（出雲全日本大学選抜駅伝競走、全日本大学駅伝対校選手権大会、東京箱根間往復大学駅伝競走）は注目度が高いため、大学駅伝を目標に日々のトレーニングに励んでいる大学男子長距離走選手は多い現状にある。

大学駅伝を目標にしている長距離走のチームは、1 チームあたりの人数が多く、チーム内で幅広い競技レベルの選手が混在している。例えば、2021 年度の第 98 回東京箱根間往復大学駅伝競走の出場校（関東学生陸上競技連盟の所属校 20 校）は、1 チームあたり 52.4 ± 10.5 名であり、第 53 回全日本大学駅伝対校選手権大会で関東学生陸上競技連盟以外に所属している出場校（10 校）は、1 チームあたり 32.5 ± 9.3 名である（ベースボール・マガジン社，2021）。また、2019 年 12 月に開催された第 275 回日本体育大学長距離競技会の 5000m 走の記録別人数（筆者作成：図 1）を確認してみると²、14 分未満の選手はわずか 11 名であり、14 分台 266 名、15 分台 321 名、16 分台 90 名、17 分台 19 名、18 分台 3 名と、16 分以上を記録する選手も一定数いることが理解できる。上述した第 53 回全日本大学駅伝対校選手権大会で関東学生陸上競技連盟以外に所属している出場校（10 校）において、5000m 走記録を有する 309 名中 40 名が 16 分以上である（ベースボール・マガジン社，2021）。

¹ 長距離走とは、3000m 以上の競技種目である。オリンピックや世界選手権の種目では、5000m、10000m、3000m 障害、マラソン（42.195km）があり、その他の大会では、10km や 10 マイル（16.1km）、ハーフマラソン（21.0975km）等がある。

² 5000m 走の記録は、高校や大学における長距離走選手の競技レベルの指標の一つとなっている（塩田，2011；木村・古泉，2015；吉岡・引原，2016）。

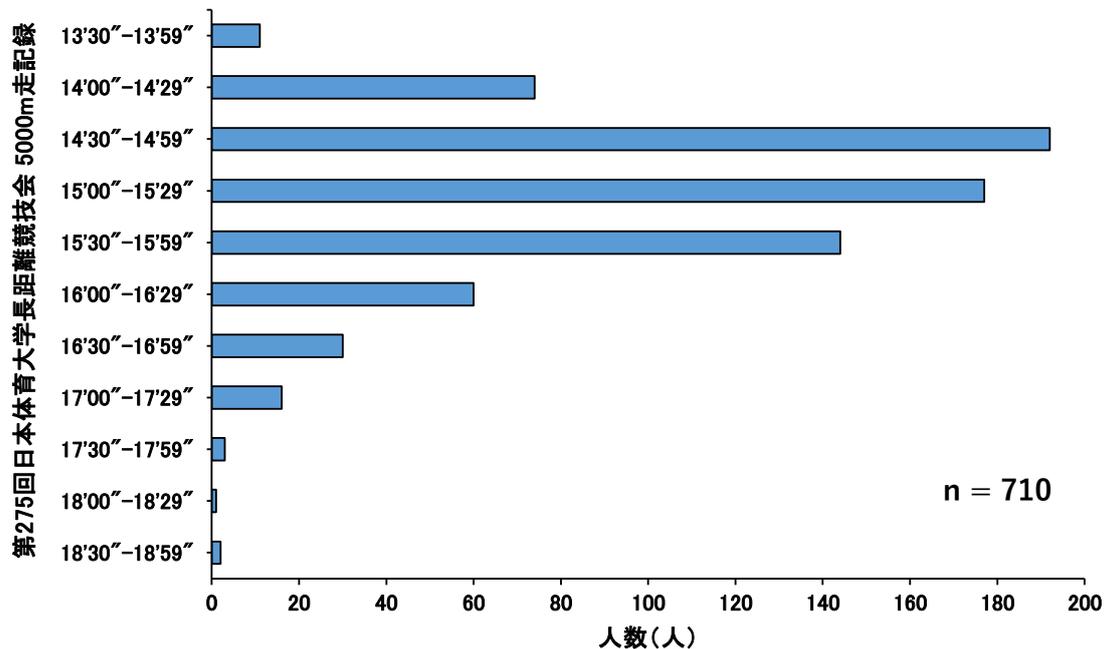


図 1. 第 275 回日本体育大学長距離競技会における 5000m 走の記録別人数

このように、一様ではない競技レベルの選手が混在する大学男子長距離走チームを指導する際には、トレーニングにおける「個別性の原則」³を踏まえる必要がある。すなわち、競技レベルが高い選手のトレーニング内容（トレーニングの量、強度、頻度）を唯一の基準とせず、対象選手の競技レベルや体調、トレーニング環境など個々の状態に合わせたトレーニング負荷を設定しなければならない（小松，2005；両角，2012；橋爪，2020）。しかしながら、国内の大学男子長距離走選手を対象にしたトレーニングに関する報告は、5000m 走記録が 13 分台のようなトップレベルの選手を対象とした研究が中心となっている（藤田，2000；松田ほか，2001；川久保，2002；野呂，2011）。そのため、トップレベル以外の競技レベルの選手を対象としたトレーニングに関する知見を蓄積することが求められる。

他方で、大学男子長距離走における幅広い競技レベルの選手のトレーニングに関する知見の蓄積は、単に競技レベルの低い選手が競技成績を向上させるというだけでなく、指導者

³ 「個別性の原則」とは、①現在の体力水準の把握、②目標決定、③手段の準備、④計画の立案、⑤実践、⑥効果の評価というサイクルを、個々の選手の体力特性に応じて循環させ、効果的なトレーニングを実施するために不可欠な原則である（坂井ほか，2006）。

が選手のランニング障害、オーバートレーニング症候群やバーンアウト⁴の予防、そしてライフスキルの獲得⁵をより意識する契機となり得ると考えられる。一般的に長距離走における競技成績は、コンディション状況によって好不調の違いが明瞭に表れやすいため（井本，2008），長距離走のコンディショニングとして，日々の体調を可視化し疲労回復の内容を考える必要がある（杉田，2019）。そのため，指導者は，目標の試合へ至る過程で，段階的かつ定期的に各種の測定評価および診断を実施し，トレーニングの進行状況についてのアセスメントが必要不可欠となっている（図子，2014）。しかしながら，大学男子長距離走選手のコンディショニングに関する実践研究は十分とは言えず，トレーニング指標に加えてコンディション指標の両方を定量化した上での知見が求められる。

以上のことから，本研究では，大学男子長距離走選手の内，競技レベルが低い選手を含めて対象とする。具体的には，5000m 走の競技記録が 16 分 00 秒以上の大学男子長距離走選手までを対象とする。また，対象者に対するコーチング方略として，トレーニングとコンディショニングを位置づけることにする。以下，先行研究の検討を通じて，本研究の目的と課題を導出する。

II. 先行研究の検討

II-I. 長距離走のトレーニング

長距離走のトレーニングは，走行距離を重視する持続走と走速度を重視するインターバル走に大別される（MacDougall and Sale, 1981）。指導者がトレーニングを計画する上で，持続走とインターバル走の設定（量，強度，頻度）はトレーニング効果を左右する重要な課題である。以下では，持続走およびインターバル走に関する先行研究の成果を概観する。

⁴ バーンアウトとは，長い間の目標への献身が十分に報いられなかった時に生じる情緒的・身体的消耗とされている（中込・岸，1991）。競技レベルの低い選手は競技レベルの高い選手よりも運動の継続に伴う意欲の低下や情緒的消耗が顕著でありバーンアウトに陥りやすいと報告されている（境ほか，2011）。また，バーンアウトを発症した結果，競技意欲の低下に伴いドロップアウト（競技からの離脱）が生じ，競技場面に留まらず日常場面においても様々な悪影響を及ぼすともいわれている（中込・岸，1991）。

⁵ 競技において好成績を取めることが，健全な人格形成につながるライフスキルの獲得に好影響を及ぼすと考えられている（吉田・徳永，2002）。例えば，大学の様々な競技種目の選手を対象にスポーツセルフマネジメントスキルの調査を実施した結果，レギュラー選手は非レギュラー選手よりも「チームの目標に対してどのように取り組むのか」を考え，「目標や成功に向けて耐えて努力するスキル」が高いと報告されている（竹村，2013）。

A. 持続走

持続走は、一定負荷作業を持続するトレーニングで、jog, LSD (Long Slow Distance), 距離走, ペース走が挙げられる(丸山, 2004)。長距離走におけるトレーニングでは、走行距離を重視すると走速度は遅くなりトレーニング強度は低くなるが、逆に走速度を重視するとトレーニング強度は高くなり走行距離は少なくなるというトレードオフの関係にある(瀧澤・山地, 2008)。したがって、持続走は、運動強度が低く、長時間トレーニングを継続することができるため走行距離を確保することができる。

過去の長距離走のトレーニングの変遷を見ても、1800年代後半から1900年代前半にかけて一定のペースでできるだけ長く走る持続走が採用されている。1920年代にフィンランドで実施された分割走⁶や野外走⁷が普及するまで長距離走の唯一のトレーニング法であった(矢野, 1981)。

持続走の運動強度はLT (Lactate threshold) を基準にすると、jog・LSD (<LT), 距離走 (≦LT), ペース走 (=LT) であり、主にLT以下の低-中強度でのトレーニングを指す(丸山, 2004)。なお、持続走における生理学的効果は、主にtype Iの筋線維の酸化能力を高めることによって最大下運動での血中乳酸濃度(La)の低下、心拍数(HR)の低下、AT (Anaerobic threshold)の向上が挙げられる(Gorostiaga et al., 1991; 長崎, 2001; Ingham et al., 2008; González-Mohino et al., 2020)。

Enoksen et al. (2011)は、国際レベルの男女長距離走選手のトレーニングを分析した結果、鍛練期のトレーニングにおいて、80%程度は低強度の持続走(65-82%HRmax)であったことを報告している。さらに、桑原ほか(1990)は、実業団チームに所属する日本トップレベルの男女長距離走選手を対象に質問紙を用いてトレーニング内容を調査した結果、1年間における全トレーニングの71.3%はjogやLSDのような低強度の持続走であったことを指摘している。

以上のように、持続走はトレーニングの大半を占めるため、長距離走選手にとって基礎的なトレーニング法であるといえる。

⁶ レース距離を1/2, 1/3, 1/5などに分割して繰り返すトレーニング法のことであり、インターバル走の基礎となったと言われている。

⁷ 起伏のある地形で走速度に強弱をつけるトレーニング法のこと。

B. インターバル走

インターバル走は、強弱（急走期・緩走期）の負荷作業を交互に繰り返すトレーニング法であり（Billat et al., 2001）、長時間持続できない強度でも休息期間をはさめばより長い時間にわたり運動することが可能となる。しかし、走速度が速いため、持続走と比較すると長時間走行することは困難であり、走行距離は必然的に少なくなってしまう。

インターバル走は、先述したフィンランドの P・ヌルミ⁸らによる分割走が派生したものであり、その後 400m×100 本といった激しいインターバル走を実施していた E・ザトペックが 1952 年のヘルシンキ五輪で史上初めて 5000m, 10000m, マラソンで 3 冠したことによってインターバル走の有用性が世界的に広がったようである（矢野, 1981; 山地, 1992; 瀧澤・山地, 2008）。

インターバル走の運動強度は LT を基準にすると、緩走期<LT<急走期であり、急走期に LT 以上の強度になる（丸山, 2004）。なお、インターバル走の生理学的効果として、type I および type II の筋線維の動員をもたらし、 $\dot{V}O_2\max$ の増加、筋緩衝能力の向上が挙げられる（Gorostiaga et al., 1991; Tabata et al., 1996; 長崎, 2001; Daussin et al., 2007; Helgerud et al., 2007; Silva et al., 2017）。

近年、世界的に長距離走が高速化してきている。また、世界トップレベルの選手のトレーニング法が日本国内に定着しつつあり、強度の高いインターバル走の重要性が提唱されている（櫛部, 2015）。

II-II. 長距離走トレーニングと競技記録

ここまで、長距離走のトレーニングが持続走とインターバル走に大別され、前者が基礎的なトレーニングとして位置づき、後者の重要性が認識されつつあることを確認してきた。しかしながら、長距離走における競技記録の向上という視点からみると、持続走の方が競技記録向上につながるという立場と、インターバル走の方が競技記録向上につながるという立場で研究結果が異なっており、どちらのトレーニングが競技記録に好影響を与えるかについての見解は一致していない（Laursen, 2010; Magness, 2013）。例えば、インターバル走はトレーニング効果が高いが、同時にランニング障害のリスクも高いため、対象の選手が負荷に耐えられる競技レベルに到達するまで実施すべきではないという指摘がある

⁸ 1920 年代にオリンピックの陸上競技中長距離種目で通算 9 個の金メダルを獲得している。

(Sandrock, 2000). したがって、指導者が選手の競技レベルを考慮してトレーニング内容を決定する必要があると考えられている。

A. 持続走と競技記録の関係

走行距離を重視する持続走により競技記録が向上するという報告として、LSD (佐々木, 1984) あるいは AT 強度 (大後ほか, 1999) での低-中強度のトレーニングによるものがある。また, Esteve-Lanao et al. (2005) は, クロスカントリーランナー8名を対象に, 6ヶ月間にわたり換気性閾値(VT: Ventilatory threshold) および呼吸性補償閾値(RCT: Respiratory compensation threshold) からトレーニング強度別(低強度: VT 以下, 中強度: VT と RCT の間, 高強度: RCT 以上)の運動時間を算出し競技記録との関係について検討している。この結果, 低強度で費やした運動時間が多かった選手ほどクロスカントリーでの約 4km・10km の競技記録 (4.175km : 13 分 08 秒±33 秒, 10.130km : 35 分 14 秒±1 分 18 秒) は良かったため, 低強度での走行時間の確保が競技記録を高める一要因であることを指摘している。さらに, 塩田 (2011) は, 箱根駅伝を目指す大学長距離走選手を対象にトレーニングに関する質問紙調査を実施した結果, 高校時代から比べて 5000m 走記録が向上した選手は, jog が大切であると考えていたことを報告している。加えて, 大学男子長距離走のトップレベルの選手を対象にした事例報告においても, 走行距離の増加に伴い競技記録が向上したことが確認できる (藤田, 2000 ; 松田ほか, 2001)。

B. インターバル走と競技記録の関係

走速度を重視するインターバル走により競技記録が向上するという報告として, Billat et al. (2003) は, ケニア人長距離走選手 20 名をトレーニング強度が高い群 (HST 群) と低い群 (LST 群) に分け競技記録との関係性について検討した結果, HST 群の方が 10km 走記録は良かったことを報告している。また, Casado et al. (2020) による世界レベルのケニア人長距離走選手とヨーロッパレベル, ナショナルレベルのスペイン人長距離走選手のトレーニングを調査した研究では, 競技レベルが最も高いケニア人長距離走選手は, ショートインターバル走 (1500-5000m の走速度: 距離については不記載) の量が多かったと報告している。さらに, 野呂 (2011) は, 箱根駅伝に出場した別々の大学に所属する長距離走選手 2 名のトレーニング内容について事例的に比較している。この結果, 箱根駅伝で区間賞を獲得した選手は同区間を中位で走った選手に比べ, 年間の走行距離は 15% 少なかったが, jog の

走速度が速く、200-400m のショートインターバル走の回数が多かったことを明らかにしており、走行距離は単純に多ければ良いということではないと述べている。

C. 小括

長距離走におけるトレーニング内容は、指導者の経験やそれに基づく指導方針などによって決定されていることが多いが（大後ほか，1996），持続走とインターバル走のどちらのトレーニングが適しているかについては対象選手の競技レベルに依存していると考えられる（Sandrock, 2000）。しかしながら，現在まで，大学男子長距離走選手および指導者が，競技レベル別で実践・計画しているトレーニングやトレーニングに対する考え方に違いがあるのかについては調査されているわけではない。そのため，大学男子長距離走選手および指導者が，どのような考え方のもとトレーニングを実施・計画しているのか明らかにする必要がある。

II-III. 長距離走トレーニングの効果およびトレーニング指標としての走行距離

A. 有酸素性作業能の測定による長距離走トレーニングの効果検証

持続走とインターバル走のトレーニング効果については、有酸素性作業能（ $\dot{V}O_2\text{max}$, AT, RE）といった呼吸循環器系の観点から、それぞれの生理的反応の違いが検証されている（Gorostiaga et al., 1991；Tabata et al., 1996；長崎，2001；Daussin et al., 2007；Helgerud et al., 2007；Ingham et al., 2008；Silva et al., 2017；González-Mohino et al., 2020. ランニング以外の研究も含む）。Parmar et al (2021) は、長距離走の指導者が、トレーニング法（インターバル走）の生理学的知見や現場に蓄積されている経験知をすり合わせながら日々のトレーニングに取り組んでいると指摘している。ただし、生理学領域の研究成果がどのように現場のトレーニングで活用されているのかは明らかにされていない（坂入，2011）。そのため、現場での事例を科学的に検討し、選手や指導者に還元するような実践研究が求められる（曾田，2017）。しかしながら、大学男子長距離走選手を対象とした実践研究、とりわけ競技レベルが低い選手を含む実践研究は、管見の限り十分な知見を得られていない。

B. 長距離走トレーニングにおける有酸素性作業能の追跡期間

一方で、長距離走のトレーニング効果の顕在化には長い期間を要するため、実際の現場においては、トレーニングが数ヶ月-1年程度の期間で計画されている（マーティン・コー, 2001；ボンパ, 2006；櫛部, 2015；両角, 2012）。鍛練期で負荷の高いトレーニングを実施した後は、トレーニングにおける疲労の減少とともに競技パフォーマンスは高まるが、疲労が消失した後も一定期間のトレーニング効果が得られるとの指摘がある（Banister, 1991）。トレーニング効果が得られる期間は、回復状況に応じて4-12週間にわたり遅延効果として現れると示唆されている（Plisk and Stone, 2003）。

大学男子長距離走のトレーニング事例においても夏季鍛練期（7-8月）に負荷の高いトレーニングができたため秋季以降のトラックレースや大学駅伝で好記録達成につながったと報告されている（藤田, 2000；松田ほか, 2001）。しかしながら、持続走とインターバル走の効果に関する研究の期間はいずれも1-3ヶ月間程度と比較的短期間である（Gorostiaga et al., 1991；Tabata et al., 1996；長崎, 2001；Daussin et al., 2007；Helgerud et al., 2007；Silva et al., 2017；González-Mohino et al., 2020）。一方で、8ヶ月間-5年間といった長期間にわたる追跡研究ではトレーニング（量・強度）について触れられておらず、有酸素性作業能（ $\dot{V}O_2\max$, AT, RE）と競技記録の関係にのみ限定される傾向にある（山地・宮下, 1975；小原, 1990；満園ほか, 1997；Jones, 1998）。したがって、長距離走における長期的なトレーニングの内容、有酸素性作業能、競技記録との関係については明らかになっていない。

C. 長距離走におけるトレーニング指標としての走行距離

長距離走のコーチングやトレーニングでは走行距離がトレーニング指標として利活用されている（Scrimgeour et al., 1986；藤田, 2000；Billat et al., 2001, 2003；松田ほか, 2001；Karp, 2007；Tjelta and Enoksen, 2010；Enoksen et al., 2011；野呂, 2011；家吉ほか, 2014, 2015；Casado et al., 2020）。例えば、大学駅伝で活躍している長距離走選手の場合、1年間の平均月間走行距離が約700-800kmに達することが目指されている（野呂, 2010）。また、トレーニングにおける走行距離が多い選手ほど競技記録が良いことが認められており（Billat et al., 2001）、国内トップレベルの選手においても走行距離の増加に比例して競技記録が向上したことが報告されている（藤田, 2000；松田ほか, 2001）。

走行距離の定量化により長距離走の競技パフォーマンスを予測できる可能性がある。そ

のため、一般的に現場の指導者や選手は、走行距離が多いほど競技成績が高まると考えているようである (Napier et al., 2020 ; Paquette et al., 2020). しかし、走行距離のみを重視したトレーニングでは、LSD のような低強度トレーニングの割合が増え、試合の強度に近い高強度トレーニングの割合が減るといった弊害を生じる可能性が指摘されている (家吉ほか, 2014).

大学男子長距離走において、走行距離が有酸素性作業能および競技記録に好影響を与えるのかについては、実践研究では明らかにされていない。したがって、指導者や選手が認識している「走行距離は競技記録向上に有効である」という仮説を検証するための研究は、長距離走の指導現場において有益な知見となる。このような日々のコーチングやトレーニングから得た暗黙知を実践知 (形式知) としてデータで示せるか検討 (曾田, 2017) する必要がある。

D. 小括

長距離走におけるトレーニング効果を検証するためには、有酸素性作業能を測定することが有用である。しかしながら、介入群とコントロール群を比較する科学研究の知見だけでなく、実践研究の枠組みでの知見の蓄積が必要である。この際、長期的な走行距離を中心としたトレーニング内容と競技記録との関係を踏まえて明らかにする必要がある。

II-IV. 長距離走におけるコンディション指標とトレーニング指標

A. コンディション指標としての Visual Analog Scale (VAS)

大学男子長距離走選手のコンディション指標の一つとして、VAS が活用されている。VAS とは、疲労感などを主観的に評価する方法であり、具体的には、100mm の線の左端を「痛みなし」、右端を「最悪の痛み」とした場合、痛みの程度を表すところに印を付けてもらうものである (中島, 2015)。

杉田ほか (2020) は、大学男子長距離走選手の試合 2 日前の VAS による全般的な体調が良かった選手ほど 5000m 走の % 自己ベスト⁹が高かったことを認めている。また、松村 (2009) は、女子長距離走選手 1 名を対象に VAS による体調 (身体的疲労感, 精神的疲労感) を確認しながらトレーニングメニューを決定・変更した。その結果、5000m 走記録で自己ベ

⁹ 5000m 走自己最高記録/試合での 5000m 走記録。

ト更新できたことから、VAS による体調確認は長距離走選手にとって有用であることを示唆している。

以上のことから、トレーニングの継続および高いパフォーマンス発揮のためには VAS による体調の把握は有用である。しかしながら、大学男子長距離選手を対象に、トレーニング指標と VAS の関係性についての研究はほとんど見られない。すなわち、トレーニング指標がどの程度に至るとコンディション低下がみられるのか、鍛練期、試合期などのトレーニング期別でコンディション指標をどのように評価すればよいのか明らかになっていない。

B. コンディション指標としての睡眠時間

日々の睡眠時間（午睡時間も含む）も競技記録向上を目的としたコンディション指標の一つになると考えられる。Mah et al. (2011) は、睡眠時間が 8 時間程度の大学バスケットボール選手に、睡眠時間を 10 時間に延長するよう求めた。その結果、282 フィート（約 86m）走のタイムやフリースロー等の成功率が向上したことから、睡眠時間の延長は運動パフォーマンスを改善することを示唆している。Roberts et al. (2019) は、自転車競技長距離選手およびトライアスロン選手を対象に、3 日間にわたる①通常睡眠、②部分断眠、③睡眠延長の各条件の後にそれぞれ 60 分間のタイムトライアルを行った結果、睡眠延長時は通常睡眠時、部分断眠時と比較してタイムトライアルで最も良いパフォーマンスを発揮していたことを報告している。Blanchfield et al. (2018) は、日頃の睡眠時間が少ない男子ランナーは、午睡をすることによって走パフォーマンス（トレッドミル走による $90\% \dot{V}O_{2max}$ での運動継続時間）を高めることを指摘している。さらに、Venter (2014) は、890 名のチームスポーツ選手を対象に質問紙調査を実施した結果、睡眠が最も重要なリカバリー戦略の 1 つであることを示唆している。

以上のことから、睡眠時間が不足するとトレーニングにおけるリカバリーができず、自身が保持しているパフォーマンスを十分に発揮できないものと推察される。実際の長距離走の競技現場においても、マラソンの日本記録保持者であった高岡寿成（杉田，2019）や藤田敦史（藤田，2000）は、毎日の睡眠時間をコンディション指標として活用していた。

国内におけるほとんどの大学男子長距離走選手（チーム）は、早朝から朝練習を実施しているため睡眠時間が短いことが予想される。大学男子長距離走選手が実際にどの程度の睡眠時間を確保すべきなのか、また、睡眠時間と競技記録の間にどのような関係があるのか

については明らかになっていない。

C. 長距離走におけるトレーニング指標としての Session RPE

先に、長距離走におけるトレーニング指標としての走行距離を検討したが、Session RPE (sRPE) もトレーニング指標の一つになる。sRPE は、運動時間と RPE (0-10 の評価尺度からなる主観的運動強度, 0 何も感じない-10 最大限; Borg, 1982) を乗算(運動時間×RPE) することでトレーニング負荷を推定する複合的な指標である (Foster, 1998)。特別な用具を必要とせず HR から算出したトレーニング負荷と高い相関関係にあることが認められているため (Scott, 2013), トレーニング負荷を定量できる簡便な方法であるといわれている。また、sRPE からトレーニングの単調さを示す Monotony (1 週間の平均 sRPE/標準偏差)、緊張度を示しオーバートレーニングの指標としても活用される Strain(1 週間の合計 sRPE×単調度) を算出することができる (Foster, 1998)。Foster (1998) は、高負荷で単調なトレーニングによってコンディションを低下させると、結果として Strain を高め、オーバートレーニング症候群につながることを指摘している。さらには、RPE が 0-2 を低強度、3-5 を中強度、6-10 を高強度に分類することによって、各トレーニング強度における走行時間を算出することも可能である (Barnes, 2017)。例えば、RPE が 5 の運動を 30 分間行った場合、「中強度の運動を 30 分間行った」と評価することができる。

長距離走選手を対象に sRPE を評価した研究も報告されている。Stellingwerf (2012) は、16 週間にわたり男子マラソン選手 3 名 (マラソン記録 2 時間 11-16 分) の sRPE を追跡した。この結果、最終週のマラソンレースで自己記録を更新した選手はレース 8 週間前に最も高い sRPE であったことが報告されている。また、Barnes (2017) は、大学男女クロスカントリーランナー 25 名を対象に 16 週間にわたり sRPE を追跡した結果、全トレーニングの 62% が低強度、18% が中強度、20% が高強度の割合であったことを指摘している。

以上のような sRPE は国内長距離走のトレーニング現場においても活用されているが、市民ランナーの事例報告に限られており (高山・佐久間, 2015; 高山ほか, 2018), 市民ランナーと比較して競技水準の高い長距離走選手を対象に sRPE を追跡した研究報告は確認できない。

D. 小括

本研究の前提として、大学男子長距離走選手のコンディショニングに関する実践研究は十分とは言えず、コーチングの視点からトレーニング指標に加えてコンディション指標の両方を定量化した上での知見が必要であることは確認できた。そのため、先行研究を踏まえれば、トレーニング指標とコンディション指標の関係を明らかにする必要がある。この際、一定期間の追跡とモニタリングが肝要であり、日々の体調管理・チェックとしてVASを、疲労回復については睡眠時間をモニタリングすることが適している。また、トレーニングについては先述の走行距離に加えて、sRPEによるトレーニング負荷を追跡することで精緻な検討が可能となろう。

III. 本研究の目的と課題

大学男子長距離走選手に対するコーチング方略を明らかにしようと企図し、先行研究を検討した結果、トレーニングの現状、トレーニングの効果、トレーニング指標とコンディション指標の関係という3点からのアプローチが必要であることを確認した(図2)。

まず、選手や指導者におけるトレーニングの実施状況・計画立案や競技力向上やランニング障害予防に向けたトレーニング法に関する実態は明らかになっていないため、現場の選手と指導者のトレーニング内容に対する認識を質問紙調査により明らかにする必要がある。次に、大学男子長距離走選手に対するトレーニングの効果については、有酸素性作業能を長期間にわたって追跡する実践研究によって、トレーニング指標としての走行距離の有用性を競技記録との関係から検討する必要がある。最後に、大学男子長距離走選手に対するトレーニング指標とコンディション指標の関係については、両方を一定期間追跡・モニタリングすることによって競技記録との関係を検討する必要がある。そのため、主観的な指標を用いて実践研究によるアプローチが最適であり、具体的にトレーニングは走行距離に加えてsRPEにより追跡し、コンディショニングはVAS、リカバリーは指導者や選手が簡易的にモニタリングできる睡眠時間が適していよう。

以上のことから、本研究の目的は、1) 大学男子長距離走選手・指導者がどのようにトレーニングを実施・計画しているかについて背景を含めて明らかにした上で、2) 大学男子長距離走選手の走行距離と有酸素性作業能、競技記録がどのような関係であるかを検討し、3) 大学男子長距離走選手のトレーニング指標およびコンディション指標と競技記録がどのような関係であるかを明らかにすることである。以上の知見に基づいて、大学男子長距離走選

手に対するコーチング方略を明らかにする。

具体的な課題は以下の通りである。

【課題 1】

大学男子長距離走選手・指導者におけるトレーニングの実施・計画状況とその考え方

【課題 2】

大学男子長距離走選手の走行距離と有酸素性作業能，競技記録の関係

【課題 3】

大学男子長距離走選手のトレーニング指標およびコンディション指標と競技記録の関係

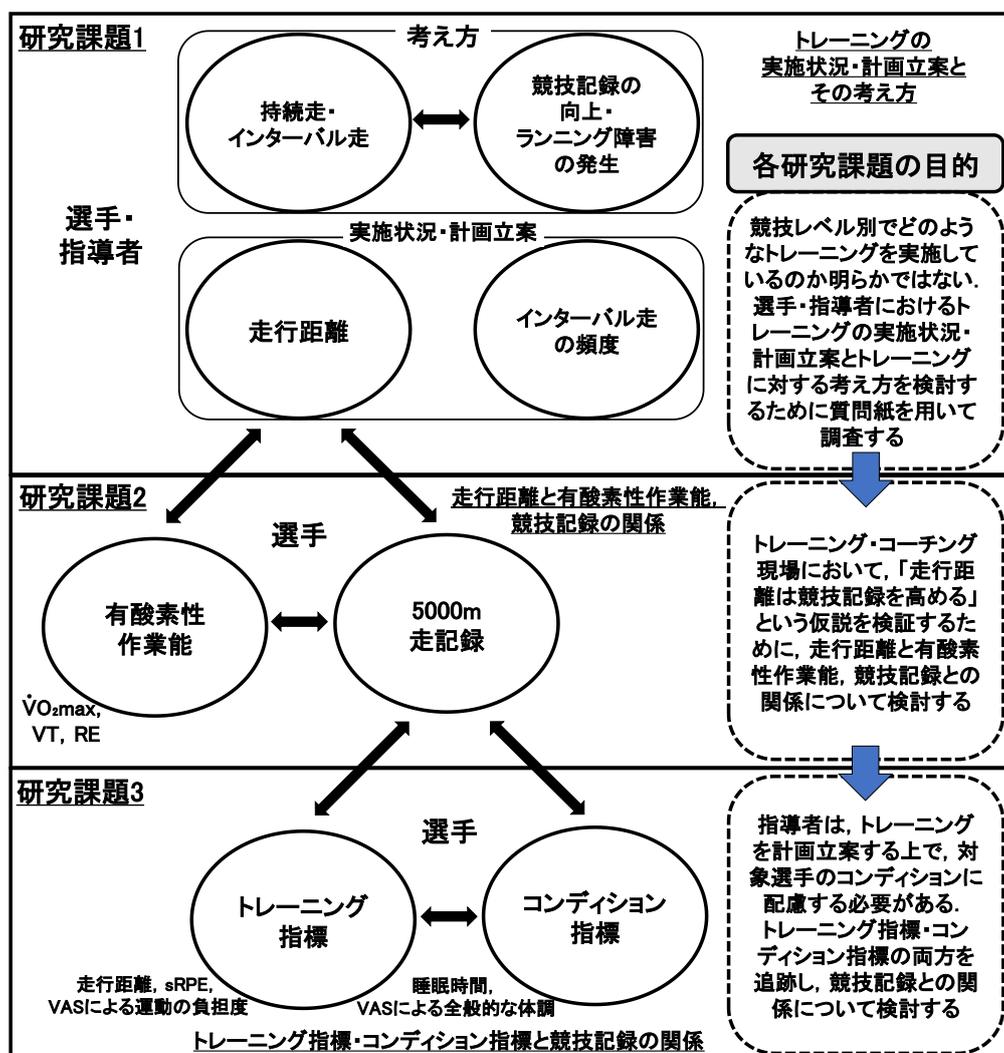


図 2. 本研究の目的

第 1 章. 大学男子長距離走選手・指導者におけるトレーニングの実施・計画状況とその考え方

1-1. 目的

現在までに、国内大学男子長距離走選手・指導者を対象に、競技レベル別で、トレーニングの実施状況や計画立案、トレーニングに対する考え方に違いがあるのか、については明らかになっていない。先行研究では、箱根駅伝を目標としている大学駅伝チーム(塩田, 2011)、市民ランナー(森ほか, 2014; 後藤・鳥居, 2018)を対象にした研究はみられるが、幅広い競技レベルの大学男子長距離走選手や指導者に対するトレーニングの現状や考え方については調査されていなかった。大学男子長距離走の選手・指導者を対象に、競技レベル別でトレーニングの実施状況・計画立案(走行距離やインターバル走の頻度)やトレーニングに対する考え方(競技記録向上, ランニング障害予防)の違いについて調査することは、大学男子長距離走の指導計画における判断材料となりえる。

そこで研究課題 1 では、大学男子長距離走選手・指導者がどのようにトレーニングを実施・計画しているかについて背景を含めて明らかにする。

1-2. 方法

A. 質問紙調査の対象校および対象者

質問紙調査の対象校は、2019 年度の大学駅伝(第 31 回出雲全日本大学選抜駅伝競走, 第 51 回全日本大学駅伝対校選手権大会, 第 96 回東京箱根間往復大学駅伝競走)の本大会および予選会に出場した全国 113 大学の陸上競技部長距離ブロック(駅伝部)であった。対象者は、対象校で 2019 年度に大学 1-3 年生の男子長距離走選手および男子長距離走を指導している監督またはコーチとした。本章は、日本体育大学の倫理委員会の承認を得て実施した(第 019-H176 号)。

B. 質問紙調査の方法

2020 年 3 月に対象校の監督またはコーチへ質問紙調査の依頼文を郵送した。依頼文には、Google フォームにより作成した質問紙へのアドレスを記載し、対象者は匿名にて Web 上で質問に回答した。

C. 質問紙調査の内容

質問紙調査の内容を表 1 に示す。選手に対する内容は、5000m 走シーズン最高記録を 1 問（質問番号 1）、トレーニングの実施状況に関する内容を 3 問（質問番号 2-4）、トレーニングおよび障害への意識に関する内容を 7 問（質問番号 5-11）により構成した。トレーニングの実施状況は、先行研究の報告を参考に走行距離とインターバル走の頻度とし（藤田, 2000；松田ほか, 2001；野呂, 2012）、2019 年 4 月-2020 年 3 月の期間を対象に前期試合期：4-7 月、夏季鍛練期：8-9 月、後期試合期：10-12 月、準備、鍛練期：1-3 月に区分した。なお、新型コロナウイルスにおける行動抑制などの影響により通常のトレーニングが実施できなかったと予想される 2020 年 1-3 月の結果は分析から除外した。走行距離（質問番号 2,3,5）は各時期における 1 ヶ月あたりの走行距離を、インターバル走の頻度（質問番号 4）は週間 0-7 回の実施回数を選択するように求めた。また、トレーニングに対する意識として、7 件法（質問番号 6-9、6：非常に高い-0：非常に低い：質問番号 10-11、6：持続走は非常に高い-0：インターバル走は非常に高い）で回答するよう求めた。

指導者に対する内容は、指導しているチームの上位 10 名の平均 5000m 走記録を 1 問（質問番号 1）、指導しているチームのトレーニングの計画立案に関する内容を 2 問（質問番号 2-3）、トレーニングおよび障害への考え方に関する内容を 4 問（質問番号 4-7）により構成した。走行距離（質問番号 2、4）は各時期における 1 ヶ月あたりの走行距離を、インターバル走の頻度（質問番号 3）は週間 0-7 回の実施回数を選択するように求めた。また、トレーニングに対する考え方として、7 件法（質問番号 5-7、6：持続走は非常に高い-0：インターバル走は非常に高い）で回答するよう求めた。対象とするチームの例年行われているトレーニング計画を、前期試合期：4-7 月、夏季鍛練期：8-9 月、後期試合期：10-12 月、準備、鍛練期：1-3 月に区分した。

記入時の説明として、インターバル走は、トラックやロードでの 400m や 1000m×○○本などの強度の高いトレーニング、持続走は、トラックでのペース走、ロードやクロスカントリーでの時間走、距離走とした。また、障害は、1 週間以上にわたってトレーニングの変更または中断を引き起こすものと定義した（Hreljac, 2004）。なお、5000m 走記録およびトレーニングの実施状況・計画立案の回答に不備があったものは結果から除外した。

表 1. 大学長距離走の選手および指導者に対する質問紙調査の内容

| 【選手用】 | | ※1-5は数値, 6-11は7件法 |
|-------|---|-------------------|
| 質問番号 | 質問項目 | |
| 1 | 2019年度5000m走シーズン最高記録 | |
| 2 | 2019年度の最高月間走行距離 | |
| 3 | 2019年4-7月, 8-9月, 10-12月の1ヶ月あたりの走行距離 | |
| 4 | 2019年4-7月, 8-9月, 10-12月の1週間あたりのインターバル走の頻度 | |
| 5 | 競技記録向上には月間走行距離は何km必要か | |
| 6 | インターバル走によって競技記録向上する可能性は高いか | |
| 7 | 持続走によって競技記録向上する可能性は高いか | |
| 8 | インターバル走はランニング障害の危険性が高いか | |
| 9 | 持続走はランニング障害の危険性が高いか | |
| 10 | 持続走とインターバル走のどちらが競技記録向上する可能性は高いか | |
| 11 | 持続走とインターバル走のどちらがランニング障害の危険性が高いか | |

| 【指導者用】 | | ※1-4は数値, 5-7は7件法 |
|--------|--|------------------|
| 質問番号 | 質問項目 | |
| 1 | 指導しているチームの上位10名の平均5000m走記録 | |
| 2 | 指導しているチームの4-7月, 8-9月, 10-12月, 1-3月の1ヶ月あたりの走行距離 | |
| 3 | 指導しているチームの4-7月, 8-9月, 10-12月, 1-3月の1週間あたりのインターバル走の頻度 | |
| 4 | 指導しているチームを対象にした場合, 競技記録を高めるためには月間走行距離は何km必要か | |
| 5 | トレーニングメニューを作成する時, インターバル走と持続走のどちらを重視しているか | |
| 6 | 5000m13分台, 14分台, 15分台, 16分台の選手では, インターバル走と持続走のどちらが競技記録向上の可能性が高いか | |
| 7 | 5000m13分台, 14分台, 15分台, 16分台の選手では, インターバル走と持続走のどちらが障害の危険性が高いか | |

D. 統計処理

すべての値を平均値±標準偏差で示した。選手の回答結果の統計処理として、2019年度の5000m走シーズン最高記録から14分30秒未満（A群）、14分30秒以上15分00秒未満（B群）、15分00秒以上15分30秒未満（C群）、15分30秒以上16分00秒未満（D群）、16分00秒以上（E群）の5群に分け解析した。競技レベル別（A・B・C・D・E群）の比較にはKruskal-Wallis検定を行い、その後の検定にはDunn-Bonferroni法を用いた。また、各競技レベルの選手における競技記録向上の可能性およびランニング障害の危険性が高いトレーニング法の比較にはWilcoxonの符号付順位和検定を用いた。さらに、5000m走シーズン最高記録と各時期の走行距離との間にSpearmanの順位相関係数を用いた。

指導者の回答結果の統計処理として、指導しているチームの上位10人の平均5000m走記録から15分00秒未満（High群）、15分00秒以上（Low群）の2群に分け解析した。指導しているチームの競技レベル別（High群・Low群）のトレーニング法の計画および考え方（質問番号2-5）の比較にはMann-WhitneyのU検定を用いた。指導者が競技レベルの異なる選手に対するトレーニングの考え方（質問番号6-7）の比較（指導者が5000m走13,14,15,16分台の各競技レベルの選手には持続走・インターバル走のどちらが競技記録向

上の可能性が高いのか、障害の危険性が高いのかについて検討した)にはFriedman検定を行い、その後の検定にはDunn-Bonferroni法を用いた。さらに、指導しているチームの上位10人の平均5000m走記録と各時期の走行距離との間にSpearmanの順位相関係数を用いた。

各群における順位和を各群のn数で割ったものを平均ランクとして評価した。解析ソフトは、IBM SPSS Statistics Ver. 25.0を使用し、すべての項目の有意水準は5%未満($p < 0.05$)とした。

1-3. 結果

1-3-1. 選手への質問紙調査の回答結果

A. 質問紙調査の回収結果

選手を対象にした質問紙調査の総回答数は327名分であり、有効回答数は199名分(60.9%)であった。競技レベル別に群分けした内訳は、A群31名(14分18秒 6 ± 8 秒2:13分58秒-14分29秒)、B群70名(14分47秒 0 ± 9 秒1:14分30-59秒)、C群56名(15分12秒 9 ± 7 秒2:15分02-29秒)、D群22名(15分41秒 7 ± 9 秒6:15分30-58秒)、E群20名(16分36秒 7 ± 38 秒3:16分02秒-17分54秒)であった。所属している学生連盟の内訳は、関東97名、関西37名、中四国19名、東海15名、北信越13名、九州9名、北海道5名、東北4名であった。

B. 選手における競技レベル別のトレーニング実施状況の比較

競技レベル別のトレーニング実施状況の比較について表2に示す。競技レベル別で各時期の走行距離、9ヶ月間の平均月間走行距離、シーズン最高月間走行距離に有意差が認められた。また、競技レベル別でインターバル走の頻度に有意差は認められなかった。

C. 選手における競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較

競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較を表3に示す。競技レベル別で自身が競技記録を高めるために必要と認識している月間走行距離に有意差が認められた。また、E群はA群よりもインターバル走によって競技記録を高める可能性が高いと認識しており($p < 0.05$)、E群はB群よりも持続走によって障害の危険性が高まると認識していた($p < 0.05$)。

表 2. 選手における競技レベル別のトレーニング実施状況の比較

| | | A群 (13:58-14:29) n = 31 | | B群 (14:30-14:59) n = 70 | | C群 (15:02-15:29) n = 56 | | D群 (15:30-15:58) n = 22 | | E群 (16:02-17:54) n = 20 | | 検定統計量 | Difference |
|-------------------------|---|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|--------|-----------------------------------|
| | | Mean | S.D. | | |
| | | 4-7月の月間走行距離 (km/月) | ※ | 557.7 | 168.6 | 508.5 | 145.3 | 430.5 | 173.5 | 386.8 | 159.1 | | |
| 8-9月の月間走行距離 (km/月) | ※ | 706.1 | 194.7 | 596.2 | 215.6 | 523.5 | 221.1 | 417.0 | 182.6 | 321.0 | 185.6 | 43.943 | A>C,D,E**, B>D,E**, C>E* |
| 10-12月の月間走行距離 (km/月) | ※ | 614.8 | 129.3 | 558.4 | 160.1 | 485.1 | 185.3 | 403.4 | 243.1 | 325.0 | 213.7 | 34.125 | A>C*, A>D,E**, B>E**, C>E* |
| 9ヶ月間の平均月間走行距離 (km/月) | ※ | 609.7 | 135.9 | 544.6 | 143.0 | 469.4 | 158.9 | 399.1 | 177.6 | 304.3 | 173.9 | 43.746 | A>C,D,E**, B>D*, B>E**, C>E* |
| シーズン最高月間走行距離 (km/月) | ※ | 803.3 | 138.4 | 727.9 | 178.4 | 664.8 | 187.4 | 551.7 | 240.3 | 448.1 | 231.3 | 40.773 | A>C*, A>D,E**, B>D*, B>E**, C>E** |
| 4-7月のインターバル走の頻度 (回/週) | ※ | 1.94 | 0.73 | 2.07 | 0.64 | 2.02 | 0.67 | 2.05 | 0.49 | 1.85 | 0.75 | 2.974 | n.s. |
| 8-9月のインターバル走の頻度 (回/週) | ※ | 2.23 | 0.88 | 2.06 | 0.87 | 1.82 | 0.79 | 1.82 | 0.73 | 1.70 | 0.92 | 8.068 | n.s. |
| 10-12月のインターバル走の頻度 (回/週) | ※ | 1.84 | 0.37 | 1.97 | 0.74 | 1.91 | 0.64 | 1.77 | 0.53 | 1.80 | 0.83 | 2.209 | n.s. |
| 9ヶ月間のインターバル走の頻度 (回/週) | ※ | 1.97 | 0.49 | 2.03 | 0.63 | 1.94 | 0.57 | 1.90 | 0.42 | 1.80 | 0.75 | 5.225 | n.s. |

※ 平均ランク

* p < 0.05, ** p < 0.01

表 3. 選手における競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較

| | | A群 (13:58-14:29) n = 31 | | B群 (14:30-14:59) n = 70 | | C群 (15:02-15:29) n = 56 | | D群 (15:30-15:58) n = 22 | | E群 (16:02-17:54) n = 20 | | 検定統計量 | Difference |
|---------------------------------|----|-------------------------------|------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|--------|------------|
| | | Mean | S.D. | Mean | S.D. | Mean | S.D. | Mean | S.D. | Mean | S.D. | | |
| | | 競技記録向上には月間走行距離は何km必要か (km/月) | ※1 | 675.8 | 152.7 | 650.4 | 120.5 | 630.0 | 151.9 | 536.4 | 180.1 | | |
| インターバル走によって競技記録向上する可能性は高いか | ※2 | 4.74 | 0.82 | 4.89 | 0.94 | 5.05 | 0.92 | 5.05 | 0.84 | 5.50 | 0.69 | 10.955 | A<E* |
| 持続走によって競技記録向上する可能性は高いか | ※1 | 83.05 | | 94.32 | | 104.54 | | 101.59 | | 131.70 | | | |
| 持続走によって競技記録向上する可能性は高いか | ※2 | 5.26 | 0.51 | 5.00 | 1.17 | 5.05 | 0.94 | 5.05 | 0.84 | 5.25 | 0.85 | 1.111 | n.s. |
| インターバル走はランニング障害の危険性が高いか | ※1 | 104.44 | | 99.03 | | 97.54 | | 94.84 | | 109.08 | | | |
| インターバル走はランニング障害の危険性が高いか | ※2 | 3.97 | 0.91 | 4.11 | 1.08 | 3.95 | 0.80 | 3.95 | 1.00 | 4.50 | 0.83 | 7.436 | n.s. |
| 持続走はランニング障害の危険性が高いか | ※1 | 93.13 | | 104.70 | | 90.02 | | 97.09 | | 125.35 | | | |
| 持続走とインターバル走のどちらが競技記録向上する可能性が高いか | ※2 | 3.23 | 1.18 | 3.34 | 1.19 | 3.32 | 1.24 | 3.50 | 1.14 | 4.20 | 1.28 | 9.741 | B<E* |
| 持続走とインターバル走のどちらがランニング障害の危険性が高いか | ※1 | 91.85 | | 95.23 | | 96.18 | | 103.98 | | 135.65 | | | |
| 持続走とインターバル走のどちらが競技記録向上する可能性が高いか | ※3 | 3.35 | 1.33 | 3.36 | 1.40 | 3.16 | 1.33 | 2.86 | 1.28 | 2.65 | 1.46 | 5.781 | n.s. |
| 持続走とインターバル走のどちらがランニング障害の危険性が高いか | ※1 | 106.66 | | 107.11 | | 99.35 | | 91.77 | | 75.67 | | | |
| 持続走とインターバル走のどちらがランニング障害の危険性が高いか | ※3 | 2.23 | 1.69 | 2.23 | 1.62 | 2.38 | 1.54 | 2.36 | 1.14 | 2.70 | 1.95 | 1.653 | n.s. |
| 持続走とインターバル走のどちらがランニング障害の危険性が高いか | ※1 | 94.84 | | 95.51 | | 102.52 | | 106.89 | | 109.08 | | | |

※1 平均ランク

* p < 0.05, ** p < 0.01

※2 7段階評価の平均値 (6非常に高い - 3どちらでもない - 0非常に低い)

※3 7段階評価の平均値 (6持続走は非常に高い - 3どちらでもない - 0インターバル走は非常に高い)

D. 各競技レベルの選手における競技記録向上の可能性が高いトレーニング法の比較

各競技レベルの選手における競技記録向上の可能性が高いと認識しているトレーニング法の比較を表 4 に示す。A 群は、持続走の方がインターバル走よりも競技記録を高める可能

性が高いと認識していた ($p < 0.05$).

E. 各競技レベルの選手におけるランニング障害の危険性が高いトレーニング法の比較

各競技レベルの選手においてランニング障害の危険性が高いと認識しているトレーニング法の比較を表5に示す。B群, C群は, インターバル走の方が持続走よりもランニング障害の危険性が高いと認識しており ($p < 0.01$), A群も同様に, インターバル走の方が持続走よりもランニング障害の危険性が高いと認識していた ($p < 0.05$).

表4. 各競技レベルの選手における競技記録向上の可能性が高いトレーニング法の比較

| | | インターバル走によって競技記録向上する 可能性は高いか | | | | | | 持続走によって競技記録向上する 可能性は高いか | | | | | 検定統計量 | Difference |
|-------------------------------|----|--------------------------------|------|---------|------|------|------|----------------------------|---------|------|------|-------|----------------|------------|
| | | Mean | S.D. | パーセンタイル | | | Mean | S.D. | パーセンタイル | | | | | |
| | | | | 25 | 中央値 | 75 | | | 25 | 中央値 | 75 | | | |
| A群 (13:58-14:29) n = 31 | ※1 | 4.74 | 0.82 | 4.00 | 5.00 | 5.00 | 5.26 | 0.51 | 5.00 | 5.00 | 6.00 | -2.49 | インターバル走 < 持続走* | |
| B群 (14:30-14:59) n = 70 | ※1 | 4.89 | 0.94 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 5.00 | 1.17 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | -0.90 | n.s. | |
| C群 (15:02-15:29) n = 56 | ※1 | 5.05 | 0.92 | 4.25 | 5.00 | 6.00 | 5.05 | 0.94 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 0.00 | n.s. | |
| D群 (15:30-15:58) n = 22 | ※1 | 5.05 | 0.84 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 5.05 | 0.84 | 4.75 | 5.00 | 6.00 | -0.09 | n.s. | |
| E群 (16:02-17:54) n = 20 | ※1 | 5.50 | 0.69 | 5.00 | 6.00 | 6.00 | 5.25 | 0.85 | 5.00 | 5.00 | 6.00 | -1.52 | n.s. | |

※1 7段階評価の平均値 (6非常に高い - 3どちらでもない - 0非常に低い)

* $p < 0.05$

表5. 各競技レベルの選手におけるランニング障害の危険性が高いトレーニング法の比較

| | | インターバル走はランニング障害の 危険性が高いか | | | | | | 持続走はランニング障害の 危険性が高いか | | | | | 検定統計量 | Difference |
|-------------------------------|----|-----------------------------|------|---------|------|------|------|-------------------------|---------|------|------|-------|-----------------|------------|
| | | Mean | S.D. | パーセンタイル | | | Mean | S.D. | パーセンタイル | | | | | |
| | | | | 25 | 中央値 | 75 | | | 25 | 中央値 | 75 | | | |
| A群 (13:58-14:29) n = 31 | ※1 | 3.97 | 0.91 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 3.23 | 1.18 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | -2.33 | インターバル走 > 持続走* | |
| B群 (14:30-14:59) n = 70 | ※1 | 4.11 | 1.08 | 4.00 | 4.00 | 5.00 | 3.34 | 1.19 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | -3.66 | インターバル走 > 持続走** | |
| C群 (15:02-15:29) n = 56 | ※1 | 3.95 | 0.80 | 3.00 | 4.00 | 4.00 | 3.32 | 1.24 | 3.00 | 3.00 | 4.00 | -3.14 | インターバル走 > 持続走** | |
| D群 (15:30-15:58) n = 22 | ※1 | 3.95 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 3.50 | 1.14 | 3.00 | 3.50 | 4.25 | -1.90 | n.s. | |
| E群 (16:02-17:54) n = 20 | ※1 | 4.50 | 0.83 | 4.00 | 4.50 | 5.00 | 4.20 | 1.28 | 4.00 | 4.00 | 5.00 | -0.85 | n.s. | |

※1 7段階評価の平均値 (6非常に高い - 3どちらでもない - 0非常に低い)

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

F. 5000m 走シーズン最高記録と走行距離の関係

5000m 走シーズン最高記録と走行距離との関係について表 6 に示す。5000m 走シーズン最高記録と 4-7 月の走行距離の間に $r = -0.450$ ($p < 0.001$)，8-9 月の走行距離の間に $r = -0.474$ ($p < 0.001$)，10-12 月の走行距離の間に $r = -0.432$ ($p < 0.001$) の有意な相関関係が認められ，時期別での相関係数に大きな差はみられなかった。5000m 走シーズン最高記録と 9 ヶ月間の平均走行距離の間に $r = -0.481$ ($p < 0.001$)，5000m 走シーズン最高記録とシーズン最高月間走行距離の間に $r = -0.470$ ($p < 0.001$) の有意な相関関係が認められた。5000m 走シーズン最高記録が良かった選手ほど走行距離が多かったことが示された。

表 6. 2019 年度 5000m 走シーズン最高記録と走行距離の関係

| | 4-7月の 走行距離 | 8-9月の 走行距離 | 10-12月の 走行距離 | 9ヶ月間の 平均月間 走行距離 | シーズン 最高月間 走行距離 |
|------------------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------------|----------------------|
| 2019年度 5000m走シーズン 最高記録 | -0.450*** | -0.474*** | -0.432*** | -0.481*** | -0.470*** |

*** $p < 0.001$

1-3-2. 指導者への質問紙調査の結果

A. 質問紙調査の回収結果

指導者を対象にした質問紙調査の総回答数は 14 大学であり，有効回答数は 13 名（13 大学，対象校 113 大学の 11.5%）であった。競技レベル別に群分けした内訳は，High 群 8 名（14 分 21 秒 1 ± 14 秒 7：13 分 57 秒 - 14 分 38 秒），Low 群 5 名（15 分 17 秒 2 ± 17 秒 0：15 分 01 秒 - 15 分 46 秒）であった。所属している学生連盟の内訳は，関東 6 名，関西 2 名，東海 2 名，北海道 1 名，中四国 1 名，九州 1 名であった。

B. 指導者における競技レベル別のトレーニング計画の比較

競技レベル別のトレーニング計画の比較について表 7 に示す。High 群は Low 群よりも 4-7 月，10-12 月，1 年間のインターバル走の頻度が多かった（いずれも $p < 0.05$ ）。走行距離に関しては競技レベル別で有意差は認められなかった。

C. 指導者における競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較

競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較について表 8 に示す。指導しているチームで競技記録を高めるために必要な月間走行距離、トレーニングメニューを作成する時に持続走とインターバル走のどちらを重視しているのかについては競技レベル別で有意差は認められなかった。

D. 指導者における競技レベルの異なる選手に対するトレーニングの考え方

競技レベルの異なる選手に対するトレーニングの考え方について表 9 に示す。大学男子長距離走の指導者の方針として、5000m13 分台の選手は 16 分台の選手よりもインターバル走により競技記録が向上すると考えていた ($p < 0.01$)。

表 7. 指導者における競技レベル別のトレーニング計画の比較

| | | High群 (13:57-14:38) n = 8 | | Low群 (15:01-15:46) n = 5 | | 検定統計量 | Difference |
|-------------------|-------------|---------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------|-------------|
| | | Mean | S.D. | Mean | S.D. | | |
| 4-7月の月間走行距離 | (km/月) ※ | 598.8 | 98.6 | 500.0 | 176.8 | -1.328 | n.s. |
| | | | 8.13 | | 5.20 | | |
| 8-9月の月間走行距離 | (km/月) ※ | 788.8 | 182.5 | 610.0 | 188.4 | -1.486 | n.s. |
| | | | 8.25 | | 5.00 | | |
| 10-12月の月間走行距離 | (km/月) ※ | 695.0 | 117.1 | 520.0 | 164.3 | -1.633 | n.s. |
| | | | 8.38 | | 4.80 | | |
| 1-3月の月間走行距離 | (km/月) ※ | 691.3 | 148.0 | 600.0 | 183.7 | -0.881 | n.s. |
| | | | 7.75 | | 5.80 | | |
| 1年間の平均月間走行距離 | (km/月) ※ | 677.6 | 123.7 | 548.3 | 170.3 | -1.321 | n.s. |
| | | | 8.13 | | 5.20 | | |
| 4-7月のインターバル走の頻度 | (回/週) ※ | 2.38 | 0.52 | 1.40 | 0.55 | -2.419 | High > Low* |
| | | | 8.88 | | 4.00 | | |
| 8-9月のインターバル走の頻度 | (回/週) ※ | 1.88 | 0.83 | 1.20 | 0.45 | -1.540 | n.s. |
| | | | 8.19 | | 5.10 | | |
| 10-12月のインターバル走の頻度 | (回/週) ※ | 2.25 | 0.46 | 1.40 | 0.55 | -2.358 | High > Low* |
| | | | 8.75 | | 4.20 | | |
| 1-3月のインターバル走の頻度 | (回/週) ※ | 1.63 | 0.74 | 1.20 | 0.45 | -1.105 | n.s. |
| | | | 7.81 | | 5.70 | | |
| 1年間のインターバル走の頻度 | (回/週) ※ | 2.07 | 0.54 | 1.32 | 0.46 | -2.096 | High > Low* |
| | | | 8.75 | | 4.20 | | |

※ 平均ランクを示している

* $p < 0.05$

表 8. 指導者における競技レベル別のトレーニングに対する考え方の比較

| | | High群 (13:57-14:38) n = 8 | | Low群 (15:01-15:46) n = 5 | | 検定統計量 | Difference |
|---|------|---------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------|------------|
| | | Mean | S.D. | Mean | S.D. | | |
| 指導しているチームを対象にした場合、 競技記録を高めるためには月間走行距離は何km必要か | (km) | 688.8 | 113.1 | 560.0 | 151.7 | -1.330 | n.s. |
| | ※2 | 8.13 | | 5.20 | | | |
| トレーニングメニューを作成する時、 インターバル走と持続走のどちらを重視しているか | ※1 | 3.10 | 1.10 | 3.00 | 1.20 | -0.559 | n.s. |
| | ※2 | 7.44 | | 6.30 | | | |

※1 7段階評価の平均値(6持続走を非常に重視 - 3どちらでもない - 0インターバル走を非常に重視)

※2 平均ランクを示している

表 9. 指導者における競技レベルの異なる選手に対するトレーニングの考え方

| | | 13分台 | | 14分台 | | 15分台 | | 16分台 | | 検定統計量 | Difference |
|------------------------------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------------|
| | | Mean | S.D. | Mean | S.D. | Mean | S.D. | Mean | S.D. | | |
| インターバル走と持続走のどちらが 競技記録向上の可能性が高いか | ※1 | 2.31 | 1.49 | 3.54 | 1.05 | 4.15 | 1.07 | 4.62 | 1.26 | 14.490 | 13 < 16** |
| | ※2 | 1.65 | | 2.35 | | 2.69 | | 3.31 | | | |
| インターバル走と持続走のどちらが 障害の危険性が高いか | ※1 | 2.15 | 1.63 | 2.62 | 1.33 | 3.00 | 1.35 | 3.15 | 1.95 | 5.296 | n.s. |
| | ※2 | 2.00 | | 2.46 | | 2.88 | | 2.65 | | | |

※1 7段階評価の平均値(6持続走は非常に高い - 3どちらでもない - 0インターバル走は非常に低い)

** p < 0.01

※2 平均ランクを示している

E. 指導しているチームの上位 10 名の平均 5000m 走記録と走行距離の関係

指導しているチームの上位 10 名の平均 5000m 走記録と走行距離との関係について表 10 に示す。平均 5000m 走記録と 10-12 月の走行距離の間に $r = -0.710$ の有意な相関関係が認められ ($p < 0.01$)、平均 5000m 走記録と 4-7 月、8-9 月、1 年間の平均走行距離の間に $r = -0.593$, -0.636 , -0.573 (いずれも $p < 0.05$) の有意な相関関係が認められた。平均 5000m 走記録と 1-3 月の走行距離とは有意な相関関係が認められなかった。

表 10. 指導しているチームの上位 10 名の平均 5000m 走記録と走行距離の関係

| | 4-7月の 走行距離 | 8-9月の 走行距離 | 10-12月の 走行距離 | 1-3月の 走行距離 | 1年間の 平均月間 走行距離 |
|------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------------|
| 指導しているチーム の上位10名の平均 5000m走記録 | -0.593* | -0.636* | -0.710** | -0.485 | -0.573* |

** p < 0.01, * p < 0.05

1-4. 考察

1-4-1. 競技レベル別の走行距離

まず、本調査では、幅広い競技レベルの選手（5000m 走記録 13 分 57-17 分 54 秒）・チームの指導者（上位 10 名の平均 5000m 走記録 13 分 57 秒-15 分 46 秒）を対象としたが、競技記録が良い選手ほど走行距離が多く、競技記録の良いチームの指導者ほど走行距離が多くなるようにトレーニングを実施・計画していた。この結果は、Billat et al. (2001)、家吉ほか (2015) と同様の結果であった。Billat et al. (2001) は、エリートマラソン選手のトレーニング特性について競技レベル別で比較した結果、Top-Class 群（マラソン平均記録 2 時間 9 分）は、High-Level 群（マラソン平均記録 2 時間 13 分）よりも走行距離が有意に多かったことを報告している。家吉ほか (2015) は、大学男女長距離走選手を対象にした場合、試合直前 1 ヶ月間の走行距離が多い選手ほど 5000m のパフォーマンス発揮率（出場試合の 5000m 走記録の走速度/5000m 走最高記録の走速度）が高かったことを認めている。また、選手における 9 ヶ月間の平均月間走行距離は、A 群 609.7km/月、B 群 544.6km/月、C 群 469.4km/月、D 群 399.1km/月、E 群 304.3km/月であった。トラックレースや大学駅伝で活躍した大学男子長距離走選手（5000m13 分 30 秒-14 分 00 秒台）は、4-12 月期の平均月間走行距離が約 700-850km/月であったと報告されている（藤田，2000；松田ほか，2001；野呂，2012）。走行距離のみに焦点を当てると、A 群の選手が国内大学長距離走のトップレベルを目指すのであれば 700-850km/月を、B-E 群であれば一つ上の競技レベル群の平均月間走行距離（B 群：約 610km/月；C 群：約 550km/月、D 群：約 470km/月、E 群：約 400km/月）を目標に中-長期的にトレーニングを計画することによって競技記録向上につながると推察される。

以上のことから、トレーニングにおいて多くの距離を走行できる能力は 5000m 走記録を決定する一要因になることが考えられる。ただし、指導者を対象にした質問紙調査では、競

技記録と 1-3 月の走行距離との間には有意な相関関係が認められなかった（選手を対象にした質問紙調査では、新型コロナウイルスにおける行動抑制などの影響により通常のトレーニングが実施できなかったと予想される 2020 年 1-3 月の結果は除外した）。大学男子長距離走のシーズン最終試合は主に 12-1 月にかけての各学生連盟主催の駅伝や記録会等である。したがって、1-3 月は休養期や移行期等も含まれているため、この時期の走行距離と競技記録の間に有意な相関関係は認められなかったと推察される。走行距離はトレーニング評価の指標として有用であると考えられるが、指導者は期分け等を考慮して走行距離の量を設定していく必要があることが示唆された。

1-4-2. 選手における競技レベル別のトレーニングの考え方

次に、選手への質問紙調査において、「インターバル走によって競技記録向上する可能性は高いか」（6：非常に高い -3：どちらでもない -0：非常に低い）に対する平均ランク（平均値）を見てみると、A 群 83.05 (4.74)，B 群 94.32 (4.89)，C 群 104.54 (5.05)，D 群 101.59 (5.05)，E 群 131.70 (5.50) であり、E 群は A 群と比較するとインターバル走により競技記録が高まると認識していた。競技レベルが低くなるほど平均ランク、平均値が高まっていたため、競技レベルの低い選手ほどインターバル走により競技記録が向上すると認識していたと考えられる。また、A 群は持続走の方がインターバル走よりも競技記録が向上すると認識していたが、他の群では有意差は認められなかった。先行研究において、塩田（2011）は、大学長距離走選手を対象に高校時代の自己ベスト記録と大学入学後の自己ベスト記録を比較し、①向上群、②停滞群、③低下群に分けたところ、向上群は低下群よりも jog を大切であると認識していたと報告している。Esteve-Lanao et al. (2005) は、サブエリートランナーを対象に、6 ヶ月間にわたりトレーニングを追跡した結果、低強度トレーニングの累積走行時間と約 4km, 10km の競技記録との間に負の相関関係が認められたことを報告している。また、LSD や LT 強度での持続走によって競技記録が高まったことが示唆されていることから（石井, 1998；大後, 1999），大学男子長距離走選手は持続走を重視したトレーニングによって競技記録の向上につながる可能性がある。先述したように、E 群の選手は、最も走行距離の少なかったグループでもあることから、まずは走行距離を増やすために用いられる持続走の量を考慮してトレーニングを計画する必要があると想定される。

しかし、「持続走はランニング障害の危険性が高いか」の平均ランク（平均値）を見てみると、A 群 91.85 (3.23)，B 群 95.23 (3.34)，C 群 96.18 (3.32)，D 群 103.98 (3.50)，

E 群 135.65 (4.20) であり、E 群は B 群と比較すると持続走により障害の危険性が高まると認識していた。また、A 群、B 群、C 群はインターバル走の方が持続走よりもランニング障害の危険性が高いと認識していたため、競技レベルの違いにより障害の危険性が高まるトレーニング法が異なることが予想される。

先述したように、持続走によって走行距離を増加することで競技記録が向上する可能性があるが、E 群の選手は持続走により障害の危険性が高まってしまうため、持続走よりもインターバル走の方が競技記録は高まると認識していると判断することもできそうである。持続走における障害の発生要因として、運動強度 (Kluitenberg et al., 2016) と週当たりの走行距離の急激な増加 (Nielsen et al., 2014) が挙げられる。Kluitenberg et al. (2016) は、持続走の量 (時間) ・強度 (Borg Scale) と障害との関係について検討した結果、持続走の強度が高いほど障害の発生も多く、低強度・長時間の持続走では障害が発生しにくいことを示唆している。Nielsen et al. (2014) は、2 週間にわたるトレーニング内容について調査し、3 つのグループ (1-2 週間の走行距離を比較して、2 週間目の走行距離が 1 週目よりも①+10%以下、②+10-30%、③+30%以上) に分け比較した。その結果、急激に走行距離が増加した③+30%以上のグループは、①+10%以下のグループと比較して障害の発生が多かったと指摘している。

以上のことから、E 群のような 5000m16-17 分台の選手は他の競技レベルの選手と比較するとトレーニング適応が異なると推察される。先行研究の競技レベルとは多少の違いはあるが、量および強度の増加は障害発生の要因となるため (Damsted et al, 2018)、5000m16-17 分台の選手を指導する際には、持続走の強度と走行距離の週当たりの増加量に注意しながらトレーニングを計画する必要がある。

1-4-3. 指導者における競技レベル別のトレーニング計画とその考え方

最後に、指導者への質問紙調査の結果から、平均 5000m 走記録が 15 分 00 秒未満のチームを指導している指導者は、15 分 00 秒以上のチームの指導者よりもトレーニングにおいてインターバル走の頻度を多く設定していた。野呂 (2012) は、異なる大学に所属する 5000m13 分 30 秒台の選手と 14 分 00 秒台の選手を比較した結果、13 分 30 秒台の選手の方が年間のトレーニングにおいて 200-400m のようなショートインターバル走を多く取り入れていたことを報告している。Casado et al. (2020) は、世界レベルのケニア人長距離走選手とヨーロッパレベル、ナショナルレベルのスペイン人長距離走選手が実践したトレー

ニングを調査した結果、ケニア人長距離走選手が、ショートインターバル走（1500-5000mの走速度）の量が多かったと指摘している。本章においても、1年間のインターバル走の頻度の平均値は、High群 2.07回/週、Low群 1.32週/回であった。競技レベルの高いチームの指導者は、インターバル走を走行距離が多くなる8-9月の夏季鍛練期に1.88回/週、休養期や移行期が含まれる1-3月の準備・鍛練期に1.63回/週を設定しており、インターバル走の頻度が週2回程度になるようにトレーニングを設定していたと見込まれる。

この点を裏付けるように、大学男子長距離走の指導者の方針として、5000m13分台の選手は16分台の選手よりもインターバル走により競技記録が向上すると考えていた。

「5000m13分台、14分台、15分台、16分台の選手では、競技記録向上にはインターバル走と持続走のどちらが重要か」の質問（6：持続走は非常に重要-3：どちらともいえない-0：インターバル走は非常に重要）に対し、平均ランク（平均値）を見てみると、13分台 1.65（2.31）、14分台 2.35（3.54）、15分台 2.69（4.15）、16分台 3.31（4.62）であったことから、大学男子長距離走の指導者は、競技レベルの高まりとともにインターバル走により競技記録が向上すると考えていることが推察される。Billat et al.（2003）は、ケニア人長距離走選手20名をトレーニング強度が高い群（HST群）と低い群（LST群）に分け競技記録との関係性について検討した結果、HST群の方が10km走記録が良かったことを報告している。Yamanaka et al.（2019）は、5000m走シーズン最高記録が平均13分58秒の長距離走選手を対象にした場合、5000m走記録が良い選手ほど100m走、400m走記録が良かったことを報告している。

以上のことから、大学男子長距離走の指導者は、選手の競技レベルの高まりとともに高い速度の発揮能力が必要になってくるため、競技レベルの高い選手ほどインターバル走により競技記録が向上すると認識していることが示唆された。

1-5. 小括

本章の目的は、大学男子長距離走選手・指導者がどのようにトレーニングを実施・計画しているかについて背景を含めて明らかにすることであった。

選手199名、指導者13名の質問紙調査の回答を分析した結果、（1）競技記録の良い選手ほど走行距離が多く、競技記録の良いチームの指導者ほどトレーニングにおける走行距離を多く設定していた。（2）5000m16-17分台の選手は、14分30秒未満の選手よりもインターバル走によって競技記録が向上し、14分30秒-14分59秒の選手よりも持続走によ

り障害の危険性が高まると認識していた。(3) 上位 10 名の平均 5000m 走記録が 15 分 00 秒未満のチームの指導者は、5000m15 分以上のチームの指導者よりもインターバル走の頻度を多く設定していた。(4) 大学長距離走の指導者は、競技レベルの高い選手にはインターバル走によって競技記録が高まると考えていた。

以上の結果に基づけば、対象選手の競技レベルの違いによりトレーニング内容と効果の実感が異なることが推察される。特に、競技レベルの低い選手にはトレーニングの強度・量を調整する必要がある、指導者は選手一人一人の競技レベルに適したトレーニングを計画することによって競技記録向上・障害予防につながることを示唆された。

1-6. 成果と課題－競技記録向上，障害予防に向けたトレーニング法－

本調査では、Web による質問紙調査ということもあり、定量化しにくい運動強度（走速度など）を把握するには至らなかった。しかしながら、競技レベル別で走行距離やトレーニングに対する考え方に違いが認められたことから、本調査結果は競技現場に寄与する知見であると考えられる。

また、質問紙調査を実施した時期は 2020 年 3 月であった。新型コロナウイルスの影響により、質問紙調査を送付しても記入できなかった大学が複数あったことが予想され、特に、指導者を対象にした質問紙調査では、13 大学（対象校 113 大学の 11.5%）の分析となった。全国の大学を対象に質問紙調査を実施した先行研究において、回答率は 20-35%程度であったことから（小林ほか，2008；海老島，2012），本章における回答率は低かったと考えられる。しかしながら、対象者数が少なくても競技レベル別でトレーニングの実施状況・計画立案やトレーニングに対しての考え方に違いが認められたため、本調査結果は大学男子長距離走の指導者にとって競技記録向上，障害予防に向けたトレーニング法に関する有益な情報となろう。

※本章は、以下の論文で刊行されたものに加筆・修正したものである。

中澤翔，柚木孝敬，瀧澤一騎，山代幸哉，小野木俊，横山順一，杉田正明，崎田嘉寛：大学男子長距離競技者におけるトレーニングの実施状況および意識の特徴－2019 年度のアンケート調査より－. 陸上競技研究，124：23-30，2021.

中澤翔，杉田正明，横山順一，崎田嘉寛：大学長距離走の指導者におけるトレーニング計画の立案方法. 日本体育大学紀要，51：1071-1077，2022.

第2章. 大学男子長距離走選手の走行距離と有酸素性作業能, 競技記録の関係

2-1. 目的

長距離走におけるトレーニング効果を検証するためには, 有酸素性作業能を測定することが有用である. しかしながら, 介入群とコントロール群を比較する科学研究の知見だけではなく, 実践研究の枠組みでの知見の蓄積が必要である. 指導現場では走行距離が多い選手は競技記録が良いという経験的な仮説がある. その仮説を検証できるように, 本章ではトレーニング負荷の指標を走行距離のみとした. 走行距離と有酸素性作業能さらに競技記録との関係を明確にすることは, 指導者がトレーニングメニューを作成する際に有益になる. また, コーチング学の視点から, 継続的なトレーニング内容の把握, 特に走行距離と競技記録の関係, さらにそれを裏付ける走行距離と有酸素性作業能の関係を追跡することは重要である.

そこで研究課題 2 では, 大学男子長距離走選手の走行距離と有酸素性作業能, 競技記録がどのような関係であるかを明らかにする. 具体的には, 大学男子長距離走選手を対象として, 8ヶ月間における走行距離と $\dot{V}O_2\max^{10}$, VT^{11} , RE^{12} および 5000m 走記録の関係について検討する.

¹⁰ $\dot{V}O_2\max$ は, 単位時間あたりに体内に取り込まれ, 使うことのできる酸素量の最大値のことをいう (Bassett, 1997). 運動中の $\dot{V}O_2$ は活動筋での有酸素性エネルギー供給量 (ATP) を反映しており, その最大値である $\dot{V}O_2\max$ が大きいほど多くの有酸素性エネルギーを産生することが可能となる. 一般に, $\dot{V}O_2\max$ は心臓・血管の関与が大きいことから有酸素性作業能を反映する最も妥当な指標であるといわれている (丸山, 2004). $\dot{V}O_2\max$ は筋の毛細血管密度, 1 回拍出量, 最大心拍数, ヘモグロビン量, 有酸素性の酵素活性によって決定され (Joyner and Coyle, 2008), インターバル走のような強度の高いトレーニングにより向上することが認められている (Gorostiaga et al., 1991; 長崎, 2001; Daussin et al., 2007; Helgerud et al., 2007; Silva et al., 2017).

¹¹ VT とは, 呼気ガスで AT を判定したものをという (荻田, 2009). AT とは, 「漸増負荷運動時, 無酸素性代謝により上昇し始める La は, $\dot{V}E$ 増加を促し, 必然的に $\dot{V}CO_2$ が増える」という概念に基づき, 漸増する運動負荷に対し, La , $\dot{V}E$, $\dot{V}CO_2$ が初期の直線関係からはずれてより大きな割合で増加し始めるポイントであるといわれている (Wasserman, 1964). AT (VT) を決定する要因として, 筋の酸化能力, type I 線維の割合, 毛細血管の密度, ミトコンドリア密度が挙げられ (Ivy et al., 1980; Tesch et al., 1981), 持続走のような低-中強度のトレーニングにより向上するといわれている (MacDougall and Sale I, 1981; 丸山・美坂, 1983; 長崎, 2001).

¹² RE とは, 一定速度における体重当たりの $\dot{V}O_2$ を評価することによって, ランニングの効率を表す指標として位置づけられている (Daniels, 1985). 走行中の体重当たりの $\dot{V}O_2$ が低い選手ほど, 少ないエネルギー消費量で走行できるため, 同一速度でも比較的楽に走行することが可能であると考えられている (榎本, 2013). したがって, 競技レベルの高い選手は競技レベルの低い選手と比較して, 同一速度における体重当たりの $\dot{V}O_2$ が低いといわれている (Daniels, 1985; Bransford and Howley, 1977; 勝田ほか, 1986; 丹治ほか, 2017).

2-2. 方法

A. 対象者

対象者は大学の陸上競技部に所属している男子長距離選手 10 名であった。このうち、3 名が期間の途中で競技引退を理由にトレーニングを中断し、有酸素性作業能を測定することができなかった。そのため 7 名を分析対象とした。対象者 7 名の身体特性は、年齢 20.3 ± 0.7 歳、身長 169.9 ± 2.6cm、体重 57.6 ± 1.9kg であった。対象者の 5000m 走シーズン最高記録は 14 分 55 秒-16 分 20 秒の範囲であったため、大学男子長距離走選手の競技水準としては低-中程度のレベルの選手であった。本章は、新潟医療福祉大学の倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号 17354）。

B. 実験期間と手順

走行距離および競技記録の追跡は、シーズン期である 4-11 月までの 8 ヶ月間とした。また、トレーニング管理シートに走行距離を記入させ、8 ヶ月間にわたる平均月間走行距離を「8 ヶ月間走行距離」、4-7 月までの平均月間走行距離を「前半期走行距離」、8-11 月までの平均月間走行距離を「後半期走行距離」とした。競技記録は、試合における 5000m 走記録を月ごとに記録し、8 ヶ月間の試合で最も良い記録を「シーズン最高記録」とし、4-7 月までの最高記録を「前半期 5000m 走記録」、8-11 月までの最高記録を「後半期 5000m 走記録」とした。

有酸素性作業能は、6 月と 11 月に測定し、 $\dot{V}O_2\text{max}$ 、VT、RE は、6 月の結果を「前半期 $\dot{V}O_2\text{max}$ 」、「前半期 VT」、「前半期 RE」、11 月の結果を「後半期 $\dot{V}O_2\text{max}$ 」、「後半期 VT」、「後半期 RE」とした。

C. 有酸素性作業能

$\dot{V}O_2\text{max}$ および VT の測定は、斜度 1% のトレッドミル走による速度漸増負荷法で実施した。8km/h の走速度で 3 分間走行した後に 1 分毎に 1km/h ずつ速度を増加させ対象者が疲労困憊に至るまで走行させた。走行中の $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}CO_2$ 、 $\dot{V}E$ を呼気ガス分析装置（呼気ガス代謝モニター CPEX-1, breath by breath, インターリハ社製）で測定した。

$\dot{V}O_2\text{max}$ の決定には① $\dot{V}O_2$ のプラトー現象の発現、②呼吸交換比 (RER) > 1.10 以上、

③心拍数>最大心拍数-10bpm を用いた。測定した $\dot{V}O_2$ を 30 秒ごとに平均し、30 秒間あたりの $\dot{V}O_2$ の最高値を $\dot{V}O_{2max}$ とした。

VT は、1 分平均によって求めた $\dot{V}O_2$ に対する $\dot{V}CO_2$ の関係をグラフにし、直線から非直線になった点とした (V-slope 法)。

RE の測定は、16km/h 走速度で 6 分間の一定速度負荷法で実施した¹³。走行中の $\dot{V}O_2$ を測定し、 $\dot{V}O_2$ が定常状態になった走行開始の 3-6 分目を平均し RE とした。

D. 統計処理

すべての値を平均値±標準偏差で示した。追跡した 8 ヶ月間を前半期 (4-7 月) と後半期 (8-11 月) に分け、走行距離、5000m 走記録、各有酸素性作業能の前半期および後半期において対応のある両側の student-t 検定を行った。また、走行距離 (前半期、後半期、8 ヶ月間)、5000m 走記録 (前半期、後半期、シーズン最高)、 $\dot{V}O_{2max}$ 、VT、RE (前半期、後半期) の相互関係を検討するために Pearson の相関係数により分析した。すべての項目について、有意水準は 5%未満 ($p < 0.05$) とした。

2-3. 結果

A. 走行距離と VT の関係

走行距離と VT の関係について図 3, 4 に示す。後半期走行距離と後半期 VT の間に $r = 0.816$ ($p < 0.05$) の有意な相関関係が認められた (図 3)。また、前半期走行距離と後半期 VT の間に $r = 0.964$ ($p < 0.01$) と有意な相関関係が認められた (図 4)。

B. 走行距離と 5000m 走記録の関係

8 ヶ月間の走行距離と 5000m 走シーズン最高記録の間に $r = -0.853$ ($p < 0.05$) の有意な相関関係が認められた (図 5)。また、前半期走行距離と後半期 5000m 走記録の間に $r = -0.948$ ($p < 0.01$) の有意な相関関係が認められた (図 6)。

¹³ RE の測定において、代表的な走速度は 16km/h (267m/min) であり (丸山, 2004), 6 分間走行させた時の体重当たりの $\dot{V}O_2$ の平均値を RE としていることが多い (丸山・美坂, 1983, 勝田ほか, 1986; 大下・満園, 2009)。

C. VT と 5000m 走記録の関係

後半期 VT と後半期 5000m 走記録の間に $r = -0.848$ ($p < 0.05$) の有意な相関関係が認められた (図 7).

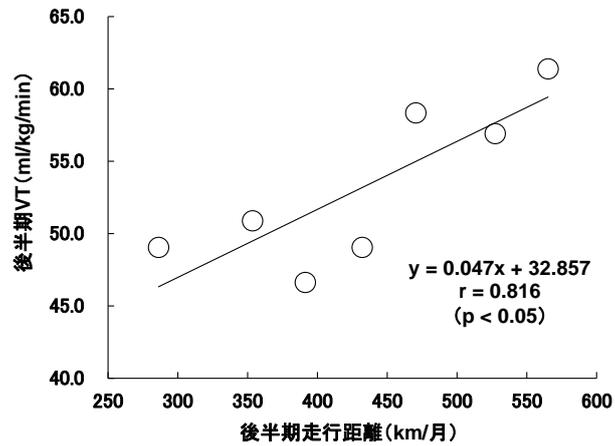


図 3. 後半期走行距離と後半期 VT の関係

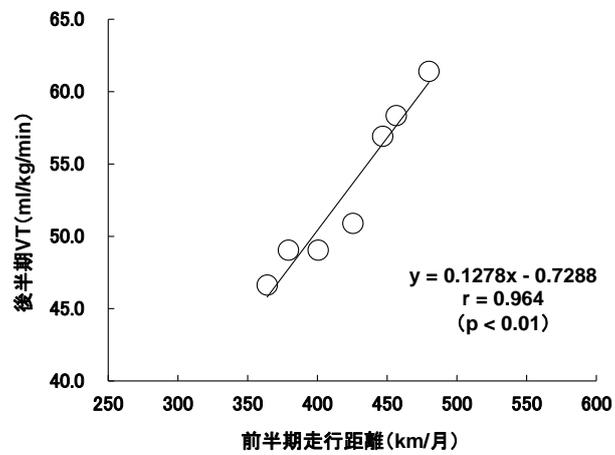


図 4. 前半期走行距離と後半期 VT の関係

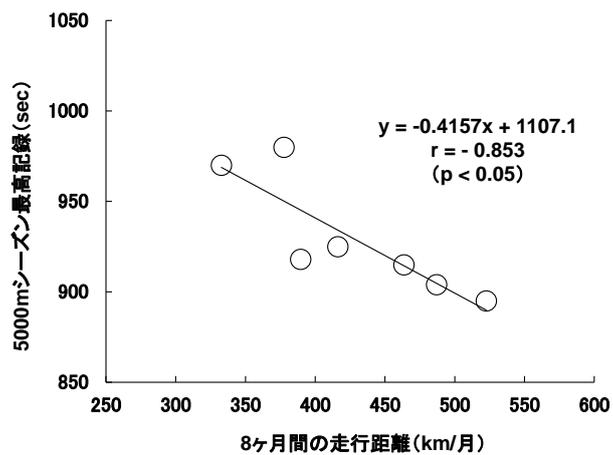


図 5. 8ヶ月間の走行距離と5000m走シーズン最高記録の関係

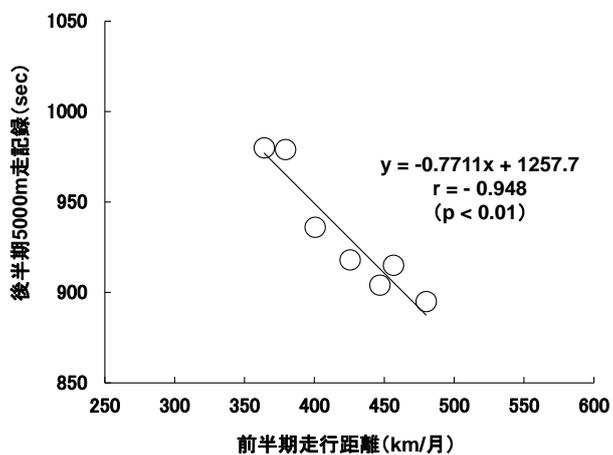


図 6. 前半期走行距離と後半期5000m走記録の関係

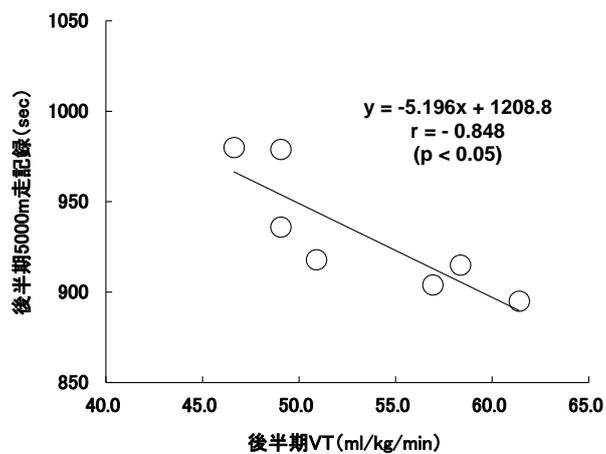


図 7. 後半期VTと後半期5000m走記録の関係

D. 走行距離, 5000m 走記録, 有酸素性作業能の推移

走行距離, 5000m 走記録, 有酸素性作業能の推移について表 11 に示す. 前半期および後半期の走行距離 (前半期 421.8km/月, 後半期 432.3km/月), 5000m 走記録 (前半期 15 分 52 秒, 後半期 15 分 32 秒), $\dot{V}O_2\text{max}$ (前半期 65.3ml/kg/min, 後半期 66.9ml/kg/min), VT (前半期 52.4ml/kg/min, 後半期 53.2ml/kg/min), RE (前半期 56.7ml/kg/min, 後半期 53.6ml/kg/min) において前半期から後半期にかけてすべての測定項目において有意差は認められなかった.

表 11. 走行距離, 5000m 走記録, 有酸素性作業能の推移

| | 走行距離 (km/月) | | | 5000m走記録 (sec) | | | $\dot{V}O_2\text{max}$ (ml/kg/min) | | VT (ml/kg/min) | | RE (ml/kg/min) | |
|------|-------------|-------|-------|----------------|-------|-------|------------------------------------|------|----------------|------|----------------|------|
| | 前半期 | 後半期 | 8ヶ月間 | 前半期 | 後半期 | シーズン | 6月 | 11月 | 6月 | 11月 | 6月 | 11月 |
| A | 480 | 565 | 523 | 924 | 895 | 895 | 70.3 | 72.5 | 59.8 | 61.4 | 55.5 | 58.0 |
| B | 447 | 527 | 487 | 911 | 904 | 904 | 65.3 | 62.3 | 55.9 | 56.9 | 54.8 | 49.8 |
| C | 457 | 471 | 464 | 953 | 915 | 915 | 69.5 | 73.4 | 57.6 | 58.4 | 57.2 | 56.1 |
| D | 426 | 354 | 390 | 955 | 918 | 918 | 65.4 | 71.0 | 51.8 | 50.9 | 54.8 | 56.1 |
| E | 401 | 432 | 416 | 925 | 936 | 925 | 60.1 | 62.9 | 46.3 | 49.1 | 54.0 | 51.5 |
| F | 379 | 286 | 333 | 970 | 979 | 970 | 68.5 | 63.9 | 51.5 | 49.1 | 59.6 | 56.3 |
| G | 364 | 391 | 378 | 1027 | 980 | 980 | 57.8 | 62.5 | 43.6 | 46.6 | 60.7 | 47.5 |
| 平均 | 421.8 | 432.3 | 427.0 | 952.1 | 932.4 | 929.6 | 65.3 | 66.9 | 52.4 | 53.2 | 56.7 | 53.6 |
| 標準偏差 | 42.5 | 97.8 | 67.0 | 39.1 | 34.6 | 32.6 | 4.8 | 5.1 | 5.9 | 5.6 | 2.6 | 4.0 |

E. 6月測定以降の5000m走最高記録と直前1-4ヶ月間の走行距離の関係

6月測定以降の5000m走最高記録と直前1-4ヶ月間の走行距離の関係について表 12 に示す. 5000m走最高記録と直前2ヶ月間の走行距離の間に $r = -0.881$ ($p < 0.01$), 直前3ヶ月間の走行距離の間に $r = -0.879$ ($p < 0.01$), 直前4ヶ月間の走行距離の間に $r = -0.757$ ($p < 0.05$) の有意な相関関係が認められた.

表 12. 6月測定以降の5000m走最高記録と直前1-4ヶ月間の走行距離の関係

| | 直近1ヶ月間の 走行距離 | 直近2ヶ月間の 走行距離 | 直近3ヶ月間の 走行距離 | 直近4ヶ月間の 走行距離 |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 6月測定以降 5000m最高記録 | -0.742 | -0.881** | -0.879** | -0.757* |

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

F. 走行距離増減による 5000m 走記録, 各有酸素性作業能の変化値

走行距離や VT, 5000m 走記録の相関関係が成立したことから, 前半期から後半期にかけて走行距離が増加, 減少した選手をグループに分け, より詳細に分析した (表 13).

前半期から後半期にかけて走行距離が増加した 5 名 (A, B, C, E, G) の変化値は走行距離が 47.7 ± 32.8 km/月増加し, 5000m 走記録が 22.0 ± 23.7 秒向上, VT は 1.8 ± 1.0 ml/kg/min 向上がみられた. 走行距離が減少した 2 名 (D, F) の変化値は走行距離が 82.5 ± 14.8 km/月減少し, 5000m 走記録が 14.0 ± 32.5 秒向上, VT は 1.2 ± 0.4 ml/kg/min 低下がみられた.

表 13. 走行距離増減による 5000m 走記録および各有酸素性作業能の変化値

| | | 走行距離 (km/月) | 5000m走記録 (sec) | $\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min) | VT (ml/kg/min) | RE (ml/kg/min) |
|------------|---|----------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | 前半期→後半期 | 前半期→後半期 | 前半期→後半期 | 前半期→後半期 | 前半期→後半期 |
| 走行距離 増加 | A | 85.3 ↑ | 29 ↑ | 2.2 ↑ | 1.6 ↑ | 2.5 ↑ |
| | B | 80.5 ↑ | 7 ↑ | 3.0 ↓ | 1.0 ↑ | 5.0 ↓ |
| | C | 14.0 ↑ | 38 ↑ | 3.9 ↑ | 0.7 ↑ | 1.1 ↓ |
| | E | 31.5 ↑ | 11 ↓ | 2.8 ↑ | 2.7 ↑ | 2.5 ↓ |
| | G | 27.3 ↑ | 47 ↑ | 4.7 ↑ | 3.1 ↑ | 13.2 ↓ |
| 平均 | | 47.7 ↑ | 22.0 ↑ | 2.1 ↑ | 1.8 ↑ | 3.9 ↓ |
| 標準偏差 | | 32.8 | 23.7 | 3.9 | 1.0 | 5.9 |
| 走行距離 減少 | D | 72.0 ↓ | 37 ↑ | 5.6 ↑ | 0.9 ↓ | 1.2 ↑ |
| | F | 93.0 ↓ | 9 ↓ | 4.6 ↓ | 1.5 ↓ | 3.3 ↓ |
| 平均 | | 82.5 ↓ | 14.0 ↑ | 2.8 ↑ | 1.2 ↓ | 1.1 ↓ |
| 標準偏差 | | 14.8 | 32.5 | 6.9 | 0.4 | 3.2 |

G. 4-6 月から 7-11 月にかけての走行距離および各有酸素性作業能の変化量

4-6 月から 7-11 月にかけての走行距離の変化量と各有酸素性作業能の変化量の関係について表 14 に示す. 4-6 月から 7-11 月にかけての走行距離の変化量と各有酸素性作業能の変化量の間には有意な相関関係は認められなかったが, 相関係数には差が見られた. すなわち, 走行距離と $\dot{V}O_{2max}$ ($r = -0.103$, n.s.) および RE ($r = -0.248$, n.s.) の間の相関係数は低かったが, VT との間の相関係数は $r = 0.752$ ($p = 0.051$, $p < 0.10$) と比較的高い値を示した.

表 14. 4-6 月から 7-11 月にかけての走行距離の変化量と有酸素性作業能の関係

| | 4-6月から7-11月にかけての 走行距離の変化量 | |
|-------------------|------------------------------|----------|
| | r | p |
| $\dot{V}O_{2max}$ | -0.103 | n.s. |
| VT | 0.752 | p < 0.10 |
| RE | -0.248 | n.s. |

2-4. 考察

2-4-1. 走行距離と有酸素性作業能, 競技記録の関係

本章の結果, 走行距離が多い選手は, VT が $\dot{V}O_{2max}$ や RE よりも相関係数が高かった. 長崎(2001)は, LSD のような低強度で走行距離を増加するようなトレーニングで AT(VT) が向上すると報告しているため, 走行距離が多い選手ほど VT の向上が認められることになるだろう. また, 鍛練者の競技記録は, $\dot{V}O_{2max}$ の伸びが止まってしまった後でも向上し続けることから, AT (VT) は $\dot{V}O_{2max}$ よりもトレーニングに対する感受性(トレーナビリティ)が高いと示唆されている(荻田, 2009). したがって, 本章の 8 ヶ月間の走行距離の追跡から, VT 向上に向けた走行距離を重視したトレーニングが重要であると示唆できる.

一方で, $\dot{V}O_{2max}$ と走行距離および 5000m 走記録との関係性は認められなかった. $\dot{V}O_{2max}$ と競技記録の関係について 3-5 年にわたる長期間の研究においては, 競技記録は有意に向上したが $\dot{V}O_{2max}$ は変化しなかったと報告されている(山地・宮下, 1975; Jones, 1998). 本章の結果は, 先行研究と同様に, よくトレーニングされている選手ほど $\dot{V}O_{2max}$ が増加しにくいことを示している.

また, RE と走行距離および 5000m 走記録との関係は認められなかった. Billat et al. (2003) は, ケニア人長距離走選手 20 名をトレーニング強度(走高度)が高い群(HST 群)と低い群(LST 群)に分け競技記録との関係性について検討した結果, HST 群の方が 10km 走記録が良かったことを報告しており, この記録の違いは RE の違いであると示唆している. RE はバイオメカニクスの要因の貢献が大きいという報告もあることから(Williams and

Cavanagh, 1987), RE を向上するためには効率の良いランニングフォームを獲得するためのアプローチが有効であると考えられる。

2-4-2. 前半期走行距離と後半期 VT, 競技記録の関係

前半期の走行距離と後半期 VT, 競技記録の関係を見ていくと, 前半期走行距離と後半期 VT の間に $r=0.964$ ($p < 0.01$), 前半期走行距離と後半期 5000m 走記録の間に $r = -0.948$ ($p < 0.01$) の相関関係が認められた。この結果は, 前半期における走行距離のトレーニング効果が後半期の VT および 5000m 走記録に反映していることを示唆している。大学男子長距離走選手のトレーニングにおいて, マラソンの元日本学生記録保持者である藤田は, 大学 1 年次の 7 月に 639km/月, 8 月に 659.6km/月の走り込みができたため秋以降の 5000m 走, 10000m 走で自己最高記録を大幅に更新したと回想していた (藤田, 2000)。このことから, 7 月および 8 月の走行距離の効果が, 数ヶ月後の競技記録の向上に影響していると考えられる。同様に, 日本トップ選手として活躍した永田宏一郎も, 大学 4 年次の 7 月に過去最高の 1057km/月を走行することができたため, その後の日本インカレ 5000m 優勝や大学駅伝で区間新記録達成につながったと報告している (松田ほか, 2001)。本章の結果は, 先行研究と比較すると対象者の走行距離に違いはあるが, 前半期走行距離の成果が後半期の VT と 5000m 走記録に影響を与えていることが示唆された¹⁴。

また, 鍛練期に入る 8 月を除けば, 9-11 月の走行距離が 390.7-424.0km/月と少なく, この時期に試合期のテーパリング調整¹⁵の要素が含まれていると推察される。テーパリングの研究として, 試合期において走行距離を減少させることによって高い競技パフォーマンスを発揮できたことが報告されている (Houmard et al., 1990 ; Tonnessen et al., 2014)。本章においても, 前半期平均走行距離 421.8km/月を基準にすると, 後半期の変化分は 9 月 3.5% および 10 月 7.4%とわずかであるが減少した。この距離の減少がテーパリングに相当し, 5000m 走記録で前半期から後半期にかけて約 20 秒向上したものと推察される。

¹⁴ 本研究課題の結果で得られた「トレーニングによる有酸素性作業能の遅延効果」を論じた先行研究は管見の限り見られない。

¹⁵ 最高のパフォーマンスは, 試合前にトレーニング負荷 (量・強度・頻度) を著しく低減させることと関係しており, このトレーニングを軽減させる期間のことをテーパリングという (Mujika and Padilla, 2003)。テーパリングとは, 蓄積された疲労を取り除くように行われ, そのような疲労の除去によってさらなるトレーニング効果を得ようとするものである (Mujika, 2017)。

2-4-3. VT と競技記録の関係

後半期 VT と後半期 5000m 走記録の間に $r = -0.848$ ($p < 0.05$) の有意な相関関係が認められた。VT は $\dot{V}O_2\max$ よりも競技記録との相関係数が高いことが報告されている (Tanaka et al., 1981 ; Kumagai et al., 1982 ; 駒井ほか, 1991) 。その理由として、トレーニング開始初期における $\dot{V}O_2\max$ の増大は心拍出量の増加 (酸素運搬能) に依存し、トレーニングを継続すると徐々に動静脈酸素格差 (酸素利用能) の増加に依存するため (Astrand and Rodahl, 1970) , よくトレーニングされた長距離走選手では、 $\dot{V}O_2\max$ はトレーニングにより向上しにくいことが推察される。Tanaka et al. (1981) は 1 マイル, 2 マイル, 3 マイルの競技記録と $\dot{V}O_2\max$, VT の相関係数を算出したところ、 $\dot{V}O_2\max$ と競技記録の間にそれぞれ $r = -0.615, -0.686, -0.702$, VT と競技記録の間にそれぞれ $r = -0.716, -0.855, -0.896$ であり、すべてにおいて VT の方が $\dot{V}O_2\max$ よりも競技記録との相関係数が高かったことを認めている。Kumagai et al. (1982) も、 $\dot{V}O_2\max$ および VT と 5000m 走記録の関係を検討した結果、 $\dot{V}O_2\max$ と 5000m 走記録の間に $r = -0.461$, VT と 5000m 走記録間に $r = -0.945$ ($p < 0.01$) の相関係数であったことから、5000m 走記録を予測する上では VT の変化を見ていく必要があることを指摘している。また、同水準の競技レベルの間では、競技パフォーマンスを表す指標として VT が有効であると指摘されている (駒井ほか, 1991) 。

本章において、走行距離は VT を高め、結果として競技記録を向上させる可能性があることが示唆された。

2-4-4. 走行距離増減による 5000m 走記録, 有酸素性作業能の変化

個人別の走行距離増減による 5000m 走記録, 各有酸素性作業能の変化を見ていくと (表 13), 走行距離が増加した 5 名は VT が約 3.4% 増加した。一方, 走行距離が減少した 2 名はどちらも VT が低下した。7-8 週間の長距離走トレーニングでは AT (VT) が約 5% 増加し (丸山・美坂, 1983), 40 週間のバイクトレーニングでは VT が 10% 増加したと報告されている (Denis et al., 1982)。本章のような実践研究においても、走行距離の増加分を抜き出してみると先行研究と同様な値がみられ、長期間における走行距離の追跡は生理学的に裏付けられることが示唆された。以上のことから、前半期の走行距離が後半期の VT や競技記録へ好影響を与えたと推察される。

走行距離減少の 2 名は、障害によってトレーニングできなかった期間があり、前半期よりも後半期の方が走行距離は少なかった。しかしながら、D 選手は前半期から後半期にかけて 5000m 走記録が 37 秒向上し、F 選手は 9 秒の低下に抑えていた。また、G 選手は大学 1 年生で 4 月以降から本格的なトレーニングを実施していた。したがって、トレーナビリティが高かったことが推察され、RE は前半期 60.7ml/kg/min から後半期 47.5ml/kg/min と大きな改善が見られ、5000m 走記録においても前半期から後半期にかけて 47 秒の大幅な向上がみられた。

なお、4-6 月から 7-11 月にかけての走行距離の変化量と各有酸素性作業能の変化量の関係については、統計的には有意ではなかったものの ($p < 0.10$)、走行距離の変化量と VT の変化量との間には高い相関係数であった。この結果は、走行距離を増加させることによって VT が向上する可能性を縦断的データからも明らかにできるものである。

2-5. 小括

大学男子長距離走選手を対象に 8 ヶ月間にわたり走行距離、5000m 走記録、有酸素性作業能を追跡的に記録し、走行距離が 5000m 走記録および有酸素性作業能に与える影響を検討した。その結果、(1) 8 ヶ月間の走行距離が多い選手ほど 5000m 走記録が良いことが認められた。(2) 走行距離が多い選手ほど VT が高いことが認められた。(3) 前半期の走行距離が多い選手ほど後半期の VT および 5000m 走記録が良いことが認められ、走行距離が有酸素性作業能や競技記録に対する遅延効果として現れることが示唆された。

ここで、研究課題 1 の質問紙調査の結果と本研究課題の結果を照合してみたい。本研究課題においても走行距離が多い選手は競技記録が良いという結果であった。しかしながら、本研究課題は、実際のトレーニングを追跡した研究であったため、より実践現場に近い結果が得られたと考えられる。本研究課題の 8 ヶ月間の走行距離と研究課題 1 の 9 ヶ月間の走行距離を比較すると、研究課題 1 における B 群 (544.6km/月) に該当する A 選手は 523km/月、C 群 (469.4km/月) に該当する B, C, D, E 選手は 390-487km/月、E 群 (304.3km/月) に該当する F, G 選手は 333-378km/月であった。本研究課題の対象期間中に障害が発生した対象者がいること、研究課題 1 における E 群は 16-17 分台と幅広い競技レベルであったという違いはあるが、競技レベル別で見ると走行距離がほぼ一致している。

本研究課題の結果からは走行距離の多い選手ほど VT が高く、5000m 走記録が良くなることが認められ、研究課題 1 の結果と照合しても、走行距離はトレーニング評価の指標とし

て有用であることが示唆された。換言すれば、多くの長距離走の指導者が経験的にトレーニング評価の指標として活用してきた走行距離について、競技記録および有酸素性作業能との間に相互関係を確認できたことは、長期における走行距離の追跡が長距離走におけるトレーニング評価の指標として有用であることを意味する。

2-6. 成果と課題－走行距離を活用したコーチングの意義－

研究課題 2 におけるトレーニング指標は定量化しやすい走行距離のみであった。長距離走トレーニングにおける走行距離と走速度はトレードオフの関係にあることから、走行距離が多い選手は走速度が遅い持続走が多かったものと予測される。したがって、走速度（運動強度）との関係にも着目して走行距離と有酸素性作業能および競技記録との関係を分析する必要がある。しかし、走行距離のみに着目しても、有酸素性作業能や競技記録との関係が認められたことから、指導現場において、走行距離の追跡はトレーニング評価の観点から重要であり、指導者が長期間のトレーニング計画の中で期分けを明確にし、選手の走行距離を把握することは競技記録向上に繋がると提案できる。

※本章は、以下の論文で刊行されたものに加筆・修正したものである。

中澤翔，瀧澤一騎，厚東芳樹，山代幸哉，佐藤大輔，丸山敦夫：長距離選手の走行距離と有酸素性作業能の関係－5000m 走記録の追跡－。コーチング学研究，31（2）：209-217，2018.

第 3 章. 大学男子長距離走選手のトレーニング指標・コンディション指標と競技記録の関係

3-1. 目的

研究課題 1, 2 においては, 競技記録向上に向けたトレーニング法について検討してきたが, トレーニングを計画する上で, 対象選手のコンディションについても配慮する必要がある. しかし, 大学男子長距離走選手を対象としたコンディショニングに関する実践研究は十分とは言えず, コーチングの視点からトレーニング指標に加えてコンディション指標の両方を定量化した上での知見が必要である. そのため, トレーニング期別でトレーニング指標とコンディション指標の関係を明らかにする必要がある.

そこで研究課題 3 では, 大学男子長距離走選手のトレーニング指標とコンディション指標および競技記録がどのような関係にあるかを明らかにする. この際, 一定期間の追跡とモニタリングが肝要であり, 日々の体調管理・チェックとして VAS を, 疲労回復については睡眠時間をモニタリングする. また, トレーニングについては前章までの走行距離に加えて, sRPE を追跡する.

3-2. 方法

A. 対象者

対象者は, 大学陸上競技部に所属し, 大学駅伝を目標に 5000m からハーフマラソンまでの競技種目を専門とする大学男子長距離走選手 19 名であった. 対象者の身体的特性は, 年齢 19.9 ± 1.1 歳, 身長 170.6 ± 5.6 cm, 体重 56.9 ± 4.5 kg であった. また, 対象者の 5000m 走シーズン最高記録は, 14 分 55 秒 5 ± 34 秒 4 であり, 13 分 36 秒から 16 分 00 秒の範囲にあった. このため, 幅広い競技レベルの選手を含んでいたといえる (序章: 図 1 参照). 本章は, 日本体育大学の倫理委員会の承認を得て実施された (第 020-H031 号).

B. 対象期間・競技記録

対象期間は, トレーニング指標とコンディション指標を正確に追跡できた 2020 年の夏季鍛練期 (8 月) からトラック最終競技会 (12 月) までの 16 週間であった. 期間は, sRPE を用いた先行研究 (Stellingwerf, 2012; 高山・佐久間, 2015; Barnes, 2017; 高山ほか, 2018) に基づいて設定した. トレーニングの期分けは, 1-4 週目が鍛練期, 5-6 週目は移行期, 7-

16週目が試合期であった。

対象者の競技成績は、試合期の競技会において最も良かった 5000m 走記録を 5000m 走シーズン最高記録とした。また、競技記録の向上性の評価として、前年の 5000m 走最高記録を基に 5000m 走記録の対前年比を算出した (村木, 2013)。対前年比で評価した理由は、5000m 自己最高記録の達成時期の人数内訳が 5 年前 1 名, 3 年前 3 名, 2 年前 1 名, 1 年前 14 名であり、2-5 年前の記録による % 自己ベストでは実際の記録と乖離があったためである。対前年比は、100% 以上で前年の 5000m 走記録からの向上を、100% 以下で前年の 5000m 走記録からの低下を示す。19 名中 1 名は前年に 5000m 走の記録がないため、対前年比の分析対象は 18 名であった。

対前年比 = (前年の 5000m 走最高記録 / 5000m 走シーズン最高記録) × 100

C. トレーニング指標とコンディション指標

対象期間中にトレーニング指標とコンディション指標を追跡した。各測定項目の追跡において、対象者は ONE TAP SPORTS (ユーフォリア社製) を用いて、毎日のトレーニング指標とコンディション指標に関する内容をスマートフォンまたはタブレットで入力した。

トレーニング指標は、走行距離、VAS による運動の負担度 (0 低い-100 高い)、sRPE (運動時間 × RPE) とした。sRPE の運動時間は、先行研究を参考に、ウォーミングアップ・クーリングダウン・筋力トレーニング等を含まない本練習のみの走行時間とした (Barnes, 2017; Pustina et al., 2017)。運動時間 × RPE によって求めた数値の 1 週間の合計を sRPE Training load (sRPE-TL)、1 週間の 1 日当たりの平均 sRPE を 1 週間の sRPE の標準偏差で除した値を Monotony、sRPE-TL と Monotony の積を Strain とした。また、RPE から、低強度 (0-2)、中強度 (3-5)、高強度 (6-10) に分類し、各トレーニング強度における走行時間を算出した (Barnes, 2017)。

コンディション指標は、VAS による全般的な体調 (0 悪い-100 良い) および睡眠時間 (夜間の睡眠時間と午睡時間の合計) とし、夜間の睡眠時間を 0.5 時間単位、午睡の時間を分単位で記入した。上記の VAS による測定項目は、杉田ほか (2020) を参考にした。

sRPE-TL = 1 週間の sRPE (運動時間 × RPE) の合計

Monotony = 1 週間の平均 sRPE / 1 週間の sRPE の標準偏差

Strain = sRPE-TL × Monotony

D. 統計処理

トレーニング指標とコンディション指標は、すべての値を平均値±標準偏差で示した。16週間におけるトレーニング指標とコンディション指標および5000m走シーズン最高記録、対前年比の相互関係の検討にはPearsonの積率相関係数を算出した。

5000m走シーズン最高記録を達成した試合直前のトレーニング指標とコンディション指標および競技記録の関係性については、試合直前1週間(1-7日前)、試合直前2週間(1-14日前)のように算出し検討した。

また、トレーニング期別のトレーニング指標、コンディション指標の比較、5000m走シーズン最高記録の試合直前1-6週間のトレーニング指標およびコンディション指標の推移には一元配置分散分析を行い、有意な主効果が認められた場合、その後の検定にはBonferroni法を用いた。

上記すべての項目の有意水準は5%未満($p < 0.05$)とし、5%以上10%未満($p < 0.10$)を有意傾向とした。解析ソフトは、IBM SPSS Statistics Ver.25.0を使用した。

3-3. 結果

A. トレーニング期別のトレーニング指標とコンディション指標の比較

トレーニング期別(鍛練期・移行期・試合期)のトレーニング指標とコンディション指標の比較を表15に示す。

走行距離およびsRPE-TLは、鍛練期が移行期と試合期よりも有意に多かった($p < 0.001$)。Monotonyは、鍛練期が試合期よりも有意に高かった($p < 0.05$)。Strainは、鍛練期が移行期と試合期よりも有意に高く($p < 0.01$)、移行期が試合期よりも有意に高かった($p < 0.05$)。

中強度の走行時間は、鍛練期が試合期よりも有意に長く($p < 0.05$)、移行期よりも長い傾向であった($p < 0.10$)。高強度の走行時間は、鍛練期が試合期と移行期よりも有意に長かった(試合期 $p < 0.01$ 、移行期 $p < 0.05$)。全走行時間は、鍛練期が試合期と移行期よりも有意に長く($p < 0.001$)、移行期が試合期よりも有意に長かった($p < 0.05$)。

また、VASによる運動の負担度は、鍛練期が移行期よりも有意に高かった($p < 0.05$)。

表 15. トレーニング期別のトレーニング指標, コンディション指標の比較

| | | 鍛練期 (1-4週目) | 移行期 (5-6週目) | 試合期 (7-16週目) | F値 (多重比較) |
|----------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|---|
| 走行距離 | (km/週) | 162.6 ± 38.8 | 122.1 ± 23.5 | 113.5 ± 29.8 | F=28.99 *** (鍛練 > 移行, 試合***) |
| sRPE-TL | (A.U.) | 2669.1 ± 953.8 | 1743.3 ± 618.5 | 1471.5 ± 468.3 | F=21.57 *** (鍛練 > 移行, 試合***) |
| Monotony | (A.U.) | 2.2 ± 0.9 | 1.9 ± 0.5 | 1.7 ± 0.5 | F=5.27 * (鍛練 > 試合*) |
| Strain | (A.U.) | 6850.3 ± 4653.0 | 3460.8 ± 1556.4 | 2776.3 ± 1389.8 | F=17.06 *** (鍛練 > 移行, 試合**, 移行 > 試合*) |
| 低強度の走行時間 | (分/週) | 236.3 ± 173.6 | 233.1 ± 159.3 | 201.4 ± 101.0 | n.s. |
| 中強度の走行時間 | (分/週) | 334.2 ± 159.2 | 264.5 ± 111.2 | 232.4 ± 88.4 | F=7.93 ** (鍛練 > 試合*, 鍛練 > 移行†) |
| 高強度の走行時間 | (分/週) | 140.1 ± 124.4 | 61.9 ± 87.9 | 46.4 ± 44.9 | F=11.84 *** (鍛練 > 試合**, 鍛練 > 移行*) |
| 全走行時間 | (分/週) | 710.6 ± 152.2 | 559.6 ± 118.1 | 480.1 ± 111.9 | F=27.06 *** (鍛練 > 移行, 試合***, 移行 > 試合*) |
| 運動の負担度 | ※1 | 51.4 ± 9.9 | 45.1 ± 9.8 | 45.0 ± 10.4 | F=4.92 * (鍛練 > 移行*) |
| 全般的な体調 | ※2 | 52.6 ± 13.7 | 50.8 ± 11.5 | 52.6 ± 11.2 | n.s. |
| 睡眠時間 | (時間/日) | 7.6 ± 0.4 | 7.8 ± 0.8 | 7.7 ± 0.5 | n.s. |

※1 0:低い-100:高い, ※2 0:悪い-100:良い
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

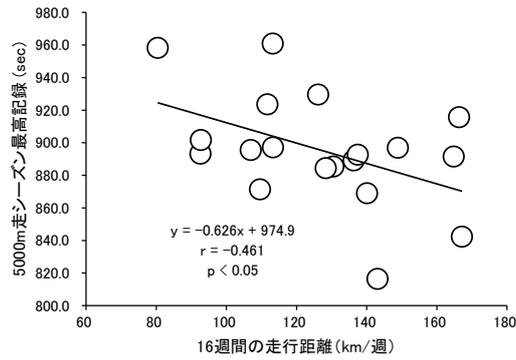
B. トレーニング指標, コンディション指標, 競技記録の関係

16 週間のトレーニング指標, コンディション指標, 競技記録の関係について図 8 に示す。

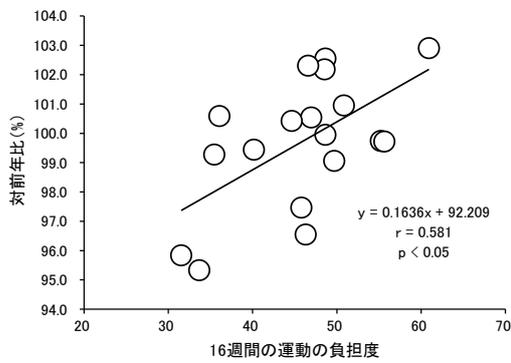
16 週間の走行距離と 5000m 走シーズン最高記録との間に有意な負の相関関係が認められた ($r = -0.461$, $p < 0.05$: 図 8-A)。また, 16 週間の VAS による運動の負担度と対前年比との間に有意な正の相関関係が認められた ($r = 0.581$, $p < 0.05$: 図 8-B)。さらに, 16 週間の睡眠時間と対前年比との間に有意な正の相関関係が認められた ($r = 0.500$, $p < 0.05$: 図 8-C)。

C. トレーニング強度の分布

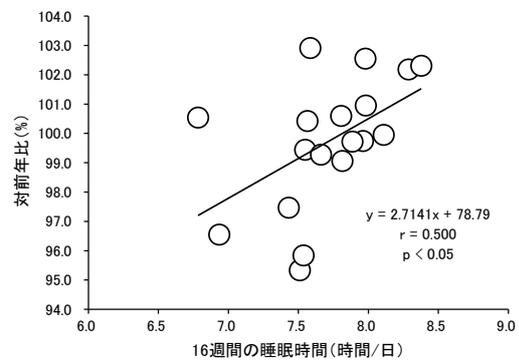
16 週間のトレーニング強度の分布を図 9 に示す。低強度 (RPE: 0-2) は $38.7 \pm 20.2\%$, 中強度 (RPE: 3-5) は $47.9 \pm 15.0\%$, 高強度 (RPE: 6-10) は $13.4 \pm 13.2\%$ であった。



A. 16週間の走行距離と5000m走シーズン最高記録の関係



B. 16週間の運動の負担度と対前年比の関係



C. 16週間の睡眠時間と対前年比の関係

図8. トレーニング指標およびコンディション指標と競技記録の関係

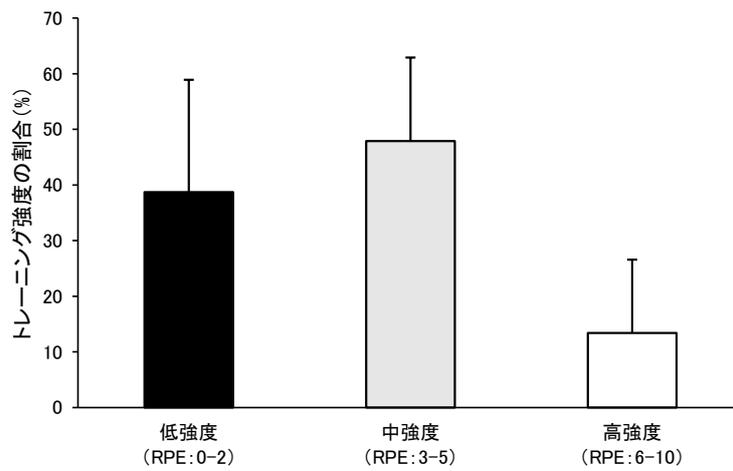


図9. 16週間における各トレーニング強度の分布

D. 各トレーニング強度の走行時間と競技記録の関係

各トレーニング強度の走行時間と競技記録の関係について表 16 に示す。16 週間における中強度 (RPE : 3-5) の走行時間と対前年比との間に有意傾向な正の相関関係がみられた ($r=0.412$, $p < 0.10$)。中強度の走行時間が長い選手ほど対前年比が高い傾向であった。なお、低強度、高強度、全走行時間と競技記録の間には有意な相関関係は認められなかった。

表 16. 16 週間における各トレーニング強度の走行時間と競技記録の関係

| | 5000m走シーズン 最高記録 | | 対前年比 | |
|----------|--------------------|------|--------|------------|
| | r | p | r | p |
| 低強度の走行時間 | -0.146 | n.s. | -0.122 | n.s. |
| 中強度の走行時間 | -0.224 | n.s. | 0.412 | $p < 0.10$ |
| 高強度の走行時間 | 0.200 | n.s. | 0.005 | n.s. |
| 全走行時間 | -0.262 | n.s. | 0.245 | n.s. |

E. トレーニング指標とコンディション指標の関係

16 週間におけるトレーニング指標とコンディション指標の関係 (各測定項目 16 週間分 \times 19 名 : 304 データ) について表 17 に示す。

トレーニング指標間では、sRPE-TL と走行距離 ($r=0.781$, $p < 0.001$)、VAS による運動の負担度と走行距離 ($r=0.615$, $p < 0.001$)、運動の負担度と sRPE-TL ($r=0.655$, $p < 0.001$) とすべての指標間で有意な正の相関関係が認められた。

トレーニング指標とコンディション指標の関係では、sRPE-TL と VAS による全般的な体調との間に $r = -0.137$ ($p < 0.05$) の有意な負の相関関係が認められた。また、走行距離と睡眠時間との間に $r = 0.135$ ($p < 0.05$) の有意な正の相関関係が認められた。

表 17. 16 週間におけるトレーニング指標およびコンディション指標の関係

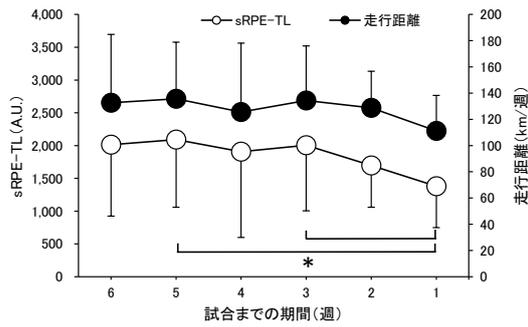
| | 走行距離 | sRPE-TL | 運動の負担度 | 全般的な体調 | 睡眠時間 |
|---------|-----------|-----------|--------|--------|------|
| 走行距離 | — | | | | |
| sRPE-TL | 0.781 *** | — | | | |
| 運動の負担度 | 0.615 *** | 0.655 *** | — | | |
| 全般的な体調 | -0.003 | -0.137 * | -0.075 | — | |
| 睡眠時間 | 0.135 * | 0.079 | -0.040 | -0.089 | — |

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

F. シーズン最高記録の試合直前 6 週間におけるトレーニング指標とコンディション指標の推移

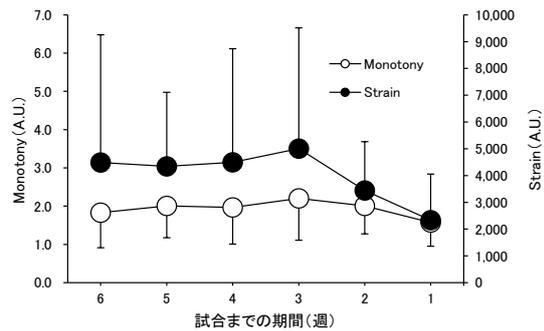
5000m 走シーズン最高記録を達成した試合の時期と選手数は、7 週目に 6 名、10 週目に 3 名、13 週目に 7 名、16 週目に 3 名であった。そのため、シーズン最高記録の試合直前 6 週間のトレーニング指標およびコンディション指標の推移を図 10 に示す。

トレーニング期別の sRPE-TL の差に有意な主効果が認められ ($F=2.93$, $p < 0.05$)、多重比較の結果、シーズン最高記録の試合直前 1 週前の sRPE-TL が、試合 5 週前、3 週前の sRPE-TL よりも有意に低かった ($p < 0.05$: 図 10-A)。また、トレーニング期別の VAS による運動の負担度の差に有意な主効果が認められ ($F=2.70$, $p < 0.05$)、多重比較の結果、シーズン最高記録の試合 1 週前の VAS による運動の負担度が、試合 5 週前の VAS による運動の負担度よりも有意に低かった ($p < 0.05$: 図 10-C)。走行距離、Monotony, Strain, VAS による全般的な体調、睡眠時間の推移に有意差は認められなかった。



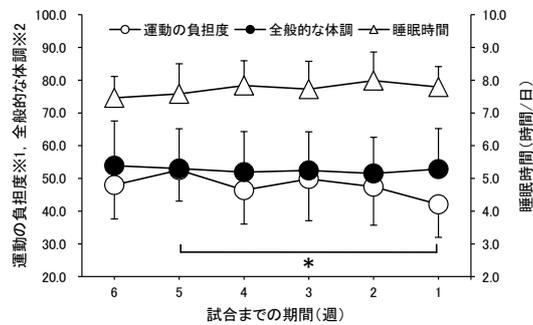
A. シーズン最高記録の試合直前6週間の

sRPE-TL, 走行距離の推移



B. シーズン最高記録の試合直前6週間の

Monotony, Strain の推移



C. シーズン最高記録の試合直前6週間の

運動の負担度, 全般的な体調および睡眠時間の推移

※1 0: 低い-100: 高い
 ※2 0: 悪い-100: 良い
 * p < 0.05

図 10. シーズン最高記録の試合直前6週間におけるトレーニング指標とコンディション指標の推移

G. シーズン最高記録を達成した試合直前1-6週間におけるトレーニング指標, コンディション指標, 競技記録の関係

シーズン最高記録を達成した試合直前 1-6 週間におけるトレーニング指標, コンディション指標, 5000m 走シーズン最高記録, 対前年比との関係について表 18 に示す.

試合直前 4, 5, 6 週間の sRPE-TL と 5000m 走シーズン最高記録の間に $r=0.430, 0.432, 0.396$ ($p < 0.10$) の有意傾向な正の相関関係がみられた. 試合直前 2 週間の睡眠時間と 5000m 走シーズン最高記録の間に $r=-0.506$ ($p < 0.05$) の有意な負の相関関係が認められ, 試合直前 3 週間の睡眠時間と 5000m 走シーズン最高記録の間に $r=-0.432$ ($p < 0.10$) の有意傾向な負の相関関係がみられた. 試合直前 4 週間の睡眠時間と対前年比との間に $r=0.495$ (p

<0.05) の有意な正の相関関係が認められ、試合直前 3, 5, 6 週間の睡眠時間と対前年比との間に $r=0.468, 0.463, 0.443$ ($p < 0.10$) の有意傾向な正の相関関係がみられた。試合直前 1, 2 週間の VAS による運動の負担度と対前年比との間に $r = -0.406, -0.438$ ($p < 0.10$) の有意傾向な負の相関関係がみられた。

表 18. シーズン最高記録を達成した試合直前 6 週間におけるトレーニング指標、コンディション指標と競技記録の関係

| | 5000m走シーズン 最高記録 | 対前年比 |
|---------|--------------------|----------|
| 走行距離 | 1week | -0.184 |
| | 2week | -0.058 |
| | 3week | 0.052 |
| | 4week | 0.189 |
| | 5week | 0.214 |
| | 6week | 0.160 |
| sRPE-TL | 1week | 0.266 |
| | 2week | 0.235 |
| | 3week | 0.326 |
| | 4week | 0.430 † |
| | 5week | 0.432 † |
| | 6week | 0.396 † |
| 運動の負担度 | 1week | 0.198 |
| | 2week | 0.204 |
| | 3week | 0.092 |
| | 4week | -0.050 |
| | 5week | -0.013 |
| | 6week | 0.014 |
| 全般的な体調 | 1week | -0.031 |
| | 2week | -0.173 |
| | 3week | -0.220 |
| | 4week | -0.164 |
| | 5week | -0.214 |
| | 6week | -0.200 |
| 睡眠時間 | 1week | -0.275 |
| | 2week | -0.506 * |
| | 3week | -0.432 † |
| | 4week | -0.388 |
| | 5week | -0.345 |
| | 6week | -0.299 |

* $p < 0.05$, † $p < 0.10$
 ※1week: 1-7日前, 2week: 1-14日前, 3week: 1-21日前,
 4week: 1-28日前, 5week: 1-35日前, 6week: 1-42日前

3-4. 考察

A. トレーニング指標と競技記録の関係

まず、走行距離が多い選手ほど競技記録が良いという本章の結果は、先行研究を支持する結果を示した (Billat et al., 2001; 家吉ほか, 2014)。研究課題 1 において、B 群 (5000m14 分 30-59 秒の選手) は、8-12 月の月間走行距離は 577.3km/月であった。本研究課題における対象者の 5000m 走シーズン最高記録の平均は 14 分 55 秒 50 であり、16 週間の平均値は月間走行距離に換算すると 561.5km/月となったため、研究課題 1 の走行距離とほぼ一致し

ていた。本章の結果は、研究課題 1, 2 と同様で、走行距離はトレーニング評価の指標として有用であることが示唆された。

次に、16 週間の VAS による運動の負担度の高い選手ほど対前年比が高いことが認められた。運動の負担度（トレーニング量および強度）が高いほど有酸素性作業能を高め競技記録向上につながるということが報告されている（Laursen, 2010）。VAS による運動の負担度が高い選手は、調査期間を通じて主観的に負荷の高いトレーニングを継続できたため、このトレーニング効果により前年からの競技記録が向上したと推察される。

他方で、VAS による運動の負担度が低い選手は、ランニング傷害などの理由により所属チーム全体でのトレーニングから離れて、各自でトレーニングをする期間があった¹⁶。そのため、走行距離や VAS による運動の負担度を測定する際には、1 週間ごとの平均値の変動をみてトレーニングを評価することが重要である。

また、走行距離と 5000m 走シーズン最高記録、VAS による運動の負担度と対前年比との間に有意な相関関係が認められたことから、絶対的指標である走行距離は 5000m 走記録のような純粋な競技成績、主観的指標である VAS による運動の負担度は 5000m 走の相対的なパフォーマンスレベルを推定するのに有効である。すなわち、両方のトレーニング指標を追跡する際には、その特性を考慮してトレーニングを評価する必要がある。

最後に、16 週間におけるトレーニング指標（走行距離、sRPE-TL、VAS による運動の負担度）の間に有意な正の相関関係が認められたことから、sRPE-TL の追跡が難しい場合は、比較的簡易に測定可能な走行距離および VAS による運動の負担度をモニタリングすることによって対象選手のトレーニング状況を把握できることが示された。ただし、sRPE-TL と VAS による全般的な体調との間には有意な負の相関関係が認められたが、他のトレーニング指標と全般的な体調との間に有意な相関関係は認められなかった。この点については、sRPE は、全般的な体調を反映しているが、走行距離や VAS による運動の負担度は、体調の変化を予測できるほどの精度がないことが考えられる。したがって、トレーニングの計画立案においては、競技記録向上に向けて、走行距離や VAS による運動の負担度を考慮しつつ、体調不良を招かないよう sRPE にも配慮することが重要であると推察される。

以上のことから、競技記録向上には、トレーニング計画の立案においてトレーニング指標

¹⁶ 本研究課題の対象者は、チーム全体で同じトレーニングをすることを原則としている。大学駅伝に出場するチームにおいては一般的なトレーニング形態である。

(走行距離, sRPE, VAS による運動の負担度) の追跡が重要であると指摘できる。

B. 睡眠時間と競技記録の関係

まず、本研究課題の結果は、睡眠時間が短い選手ほど競技パフォーマンスが低いことを示した。このことは、Roberts et al. (2019) による結果と同様で、彼らは睡眠負債（睡眠不足）が蓄積するにつれて競技パフォーマンスを低下させる可能性を示唆している。本研究課題において、睡眠時間が短かった選手は、継続的な睡眠不足が認められたため、自身が保持しているパフォーマンスを十分に発揮できなかつたと推察される。

次に、本章における対象者の 16 週間における睡眠時間は、 7.7 ± 0.6 時間/日であったが、その内訳は夜間の睡眠時間 6.6 ± 0.5 時間/日、午睡時間 1.1 ± 0.5 時間/日であった。持久系競技者が競技パフォーマンスを獲得するためには、夜間に 8 時間以上の睡眠時間が必要であると示唆されている (Roberts et al., 2019)。また、Blanchfield et al.(2018)は、日頃の睡眠時間が 7 時間未満の男子長距離ランナーを対象にした場合、午睡をすることで運動中の RPE を低下させ、走パフォーマンス ($90\% \dot{V}O_2\max$ での運動継続時間) を高めたことを指摘しており、夜間の睡眠が 7 時間未満の長距離選手においては、20 分程度の午睡により持久力向上につながることを示唆している。本研究課題の対象者は、早朝からトレーニングを実施していたため、夜間の睡眠時間が比較的短く、午睡で睡眠時間を確保していたと考えられる。

続いて、競技記録向上につなげるためには、例えば、図 8-C の回帰式から、対前年比が 100.0%の場合、16 週間の平均睡眠時間は 7.8 時間/日となるため、8 時間/日程度の睡眠時間（午睡時間を含む）を確保することが想定される。

最後に、先行研究 (Blanchfield et al., 2018 ; Roberts et al., 2019) は、いずれも対象期間が 1 週間以内と短期間であったが、本研究課題のように長期間 (16 週間) でも、日々の睡眠時間が長距離走の競技記録に影響するということが明らかとなった。

C. トレーニング強度別の走行時間と競技記録の関係

まず、本研究課題における 16 週間のトレーニング強度の分布（低強度 38.7%，中強度 47.9%，高強度 13.4%）は、Barnes (2017) の 16 週間にわたるトレーニング強度の分布（低強度 62%，中強度 18%，高強度 20%）と比較すると、中強度の割合が多く、低強度、高強

度の割合が少なかった。トレーニング強度の分布が異なっていた理由として、Barnes (2017) が対象としたクロスカントリーランナーは、主に 5000-10000m に出場する機会が多いことが挙げられる。本研究課題における対象者は、大学駅伝を目標とし、5000m からハーフマラソンまでの競技種目に出場している選手であった。そのため、彼らの結果と比較して、中強度の割合が多く、低強度、高強度の割合が少なかったと推察される。

次に、本研究課題では 16 週間における中強度の走行時間が長い選手ほど対前年比が高い傾向にあった。本章における中強度は、AT 前後に相当する強度であると考えられる (Seiler and Kjerland, 2006 ; Abe et al., 2015)。持久系競技者は、AT 付近の中強度トレーニングによって競技記録が向上することが報告されているため (リディア-ド, 1993; 大後ほか, 1999; Selles-Perez et al., 2019 ; Festa et al., 2020)、中強度での走行時間が長かった選手ほど前年からの競技記録が向上する傾向にあったと考えられる。

長距離走の競技現場では走行距離をトレーニングの指標とすることは有用であると考えられるが、走行距離を増加することだけを念頭においてトレーニングするのであれば、LSD のような低強度・長時間のトレーニングのみを行ってれば良いということになりかねない (家吉ほか, 2015)。そのため、本研究課題の結果から、競技記録の向上のためには、単に低強度での走行時間を増やすのではなく、RPE : 3-5 のような中強度の走行時間を増やすことが有用であると示唆できる。

D. トレーニング期別のトレーニング指標とコンディション指標の推移

トレーニング期別の推移において、走行距離、sRPE-TL、Monotony、Strain、中強度・高強度・全走行時間、VAS による運動の負担度は、鍛練期の方が移行期や試合期よりも有意に高かった。大学男子長距離走選手において、夏季鍛練期は、秋季以降の大学駅伝やトラックレースに向けて負荷の高いトレーニングを実施していることが報告されているため (藤田, 2000 ; 松田ほか, 2001)、本章も同様の結果が得られた。

また、Monotony および Strain は試合期に近づくにつれ低くなっていた。試合期には試合に則した強度のトレーニングが増えるが、そのための手段としてインターバル走が一般的であると考えられている (Sandrock, 2000)。したがって、試合期には、短い距離でのインターバル走の頻度が増加するとともに、疲労回復のために行われる低強度の持続走の頻度も増加するため、1 週間の中で sRPE の変動が大きく、メリハリのあるトレーニング (鈴木ほか, 2004) を実施していたことが推察される。

一方で、VAS による全般的な体調は、トレーニング期別で有意差はなく 16 週間における平均値の推移も 50.4-55.1 と安定していた。VAS による全般的な体調の評価において、週の平均値が急激に低下する際には、積極的にリカバリーし (Dupuy et al., 2018)、選手のコンディションを高めるといった対策が必要になると考えられる。

E. シーズン最高記録の試合直前 6 週間におけるトレーニング指標とコンディション指標の推移

シーズン最高記録を達成した試合直前 6 週間のトレーニング指標とコンディション指標の推移において、シーズン最高記録の試合直前 6 週間の sRPE-TL、走行距離および VAS による運動の負担度は、5 週前 (29-35 日前) に最も高く (それぞれ 2089.6, 135.7km, 52.6)、4 週前から漸減していき直前 1 週間で最も低い値となった (それぞれ 1380.5, 111.2km, 42.1)。Stellingwerf (2012) は、マラソンレースで自己記録を更新したエリートマラソン選手の sRPE-TL を事例的に分析した結果、マラソンレースの 4 週前から sRPE-TL が漸減していたことを報告している。テーパリングに関する先行研究において、試合直前にトレーニング量を減少させることによって競技成績が向上したと報告されており (Mujika et al., 1995 ; Rowbottom, 2010)、目標とするレースの直前 1 週間の走行距離を減少することによって 5000m 走記録が高まることが示唆されている (Houmard et al, 1994)。

VAS による測定指標においても、試合前のテーパリングでトレーニング負荷を減少させたことによって、VAS による運動の負担度の平均値が 2 週前 47.5 から 1 週前 42.1 と低下し、VAS による全般的な体調が 2 週前 51.5 から 1 週前 52.9 とわずかに向上したものと推察される。

さらに表 18 を見てみると、シーズン最高記録の試合直前 4, 5, 6 週間前の sRPE-TL が低い選手ほど 5000m 走シーズン最高記録が良い傾向にあり、試合直前 1, 2 週間前の VAS による運動の負担度が低い選手ほど対前年比が高い傾向にあった。競技記録の低い選手ほど、試合直前 4-6 週前のトレーニング負荷が高まる時期に過度なトレーニング負荷がかかっていたことを表し、sRPE-TL の推移を注視していくことが重要であることが示唆された。また、試合直前 1, 2 週間前の VAS による運動の負担度が低い選手ほど対前年比が高い傾向にあった。先述したように、16 週間の期間では、VAS による運動の負担度が高い選手ほど対前年比は高かったが、試合直前 2 週間は、VAS による運動の負担度の高まりに注意しながらトレーニング内容を変更 (量または強度の減少) することによって高いパフォーマンス

ス発揮につながる可能性がある。

以上のことから、トレーニング指標およびコンディション指標の両方のモニタリングは、試合直前のテーパリングで活用できることが示唆された。

3-5. 小括

本研究課題は、16週間のトレーニング指標、コンディション指標（走行距離、sRPE、VASによる運動の負担度・全般的な体調、睡眠時間）、競技記録の関係を明らかにすることを目的とした。

大学男子長距離走選手19名（5000m 平均記録 14分55秒50±34秒37）を対象にした結果、(1) 16週間の走行距離が多い選手ほど5000m走シーズン最高記録が良く、(2) VASによる運動の負担度が高い選手ほど対前年比が高かった。(3) 睡眠時間（午睡時間を含む）が長い選手ほど対前年比が高かった。(4) 中強度での運動時間が長い選手ほど対前年比が高い傾向であった。(5) 試合直前のsRPE-TLおよびVASによる運動の負担度が低い選手ほど競技記録が良い傾向であった。

以上の結果から、大学男子長距離走選手を対象にした場合、走行距離、中強度の走行時間、睡眠時間（午睡時間を含む）を確保することが競技記録に好影響を与える可能性がある。また、長距離選手のトレーニング指標とコンディション指標の両方のモニタリングは、試合期のテーパリングにも活用できることが示唆された。

3-6. 成果と課題ートレーニング指標とコンディション指標の両方を活用したコーチングの意義ー

研究課題3は、研究課題1と同様に対象期間が2020年だったため、新型コロナウイルスの影響により、長距離走選手の有酸素性作業能を測定することができなかった。そのため、研究課題3では、対象選手の簡易的なトレーニング指標およびコンディション指標のみの追跡であった。しかし、どの手法を用いるかということよりも同一の評価基準で継続的にモニタリングすることが重要である（Banister and Calvert, 1980；中垣・尾野藤, 2014）。本研究課題で用いたトレーニング指標およびコンディション指標は汎用性が高く、市民ランナーや中高生にも有用であると報告されていることから（高山・佐久間, 2015；Haddad et al., 2017；高山ほか, 2018）、このような指標が広く普及されることによって、長距離走のトレーニング現場に有益となるだろう。

※本章は、以下の論文で刊行されたものに加筆・修正したものである。

中澤翔, 崎田嘉寛, 上野弘聖, 横山順一, 杉田正明: 陸上競技・大学男子長距離選手のトレーニング指標およびコンディション指標と競技記録の関係. 体育学研究, 印刷中.

結章

I. 総合考察

本研究は、1) 大学男子長距離走選手・指導者がどのようにトレーニングを実施・計画しているかについて背景を含めて明らかにした上で、2) 大学男子長距離走選手の走行距離と有酸素性作業能、競技記録がどのような関係であるかを検討し、3) 大学男子長距離走選手のトレーニング指標、コンディション指標、競技記録がどのような関係であるかを明らかにすることを目的とした。

そして、具体的な研究課題として、【課題1】大学男子長距離走選手・指導者におけるトレーニングの実施・計画状況とその考え方、【課題2】大学男子長距離走選手の走行距離と有酸素性作業能、競技記録の関係、【課題3】大学男子長距離走選手のトレーニング指標およびコンディション指標と競技記録の関係、の3つを設定した。

以下では、各課題の結果について整理した上で、大学男子長距離走選手に対するコーチング方略が明らかになった。

I-I. 研究課題1

研究課題1では、選手199名、指導者13名の質問紙調査の回答を分析した結果、次の点が明らかとなった。①競技記録の良い選手ほど走行距離が多く、競技記録の良いチームの指導者ほどトレーニングにおける走行距離を多く設定していた。②5000m16-17分台の選手は、14分30秒未満の選手よりもインターバル走によって競技記録が向上し、③14分30秒-14分59秒の選手よりも持続走により障害の危険性が高まると認識していた。④上位10名の平均5000m走記録が15分00秒未満のチームの指導者は、5000m15分以上のチームの指導者よりもインターバル走の頻度を多く設定していた。⑤大学男子長距離走の指導者は、競技レベルの高い選手にはインターバル走によって競技記録が高まると考えていた。

以上の結果をまとめると図11のようになる。

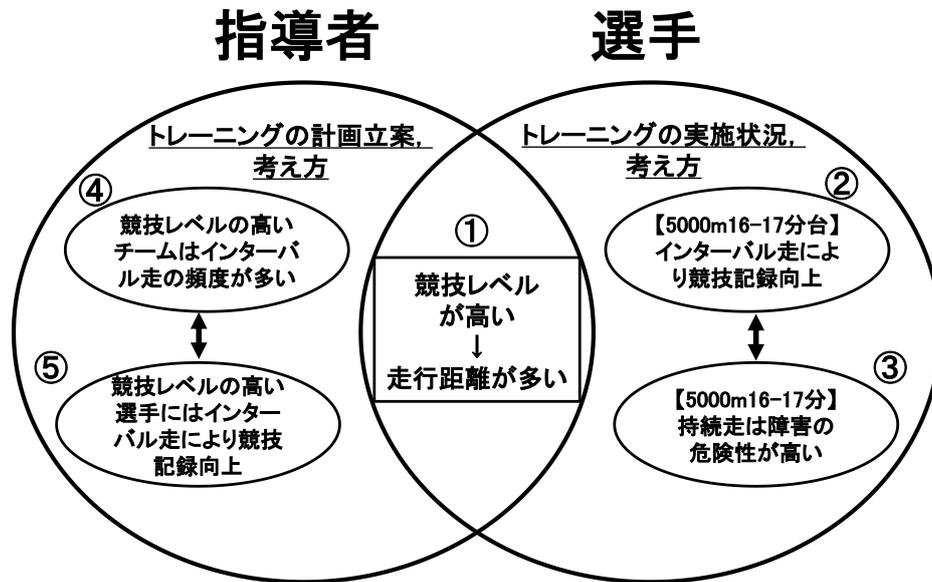


図 11. 研究課題 1 のまとめ

研究課題 1 に即して、大学男子長距離走選手に対するコーチング方略に言及するとすれば、次のようになる。

①の結果に基づけば、大学男子長距離走選手のコーチング方略として、走行距離を増加させることで競技記録向上につながることになる。しかしながら、②と④の結果を加味すれば、インターバル走の強度や頻度を低下させないように走行距離を増加することが競技記録の向上にとって重要である。そして、ここでの量（走行距離）と強度（走速度）については、③と⑤の結果を踏まえれば、選手の競技レベルに対応した段階的なトレーニング計画を要することがわかる。特に、5000m16-17分台の選手には、競技レベルの高い選手とは異なるトレーニング内容を設定することによって競技記録向上と障害の予防につながると提案できる。

I-II. 研究課題 2

研究課題 2 では、大学男子長距離走選手を対象に 8 ヶ月間にわたり走行距離、5000m 走記録、有酸素性作業能を追跡的に記録し、走行距離が 5000m 走記録および有酸素性作業能に与える影響を検討した。この結果、①8 ヶ月間の走行距離が多い選手ほど 5000m 走記録が良いことが認められた。②走行距離が多い選手ほど VT が高いことが認められた。③前半期の走行距離が多い選手ほど後半期の VT および 5000m 走記録が良いことが認められ、走

行距離が有酸素性作業能や競技記録に対する遅延効果として現れることが示唆された。④後半期 VT が高い選手ほど後半期 5000m 走記録が良いことが認められた。走行距離の多い選手ほど VT が高く、5000m 走記録が良くなることが認められたことから、研究課題 1 の結果と照合すると、走行距離はトレーニング評価の指標として有用であることが示唆された。

以上の結果をまとめると図 12 のようになる。

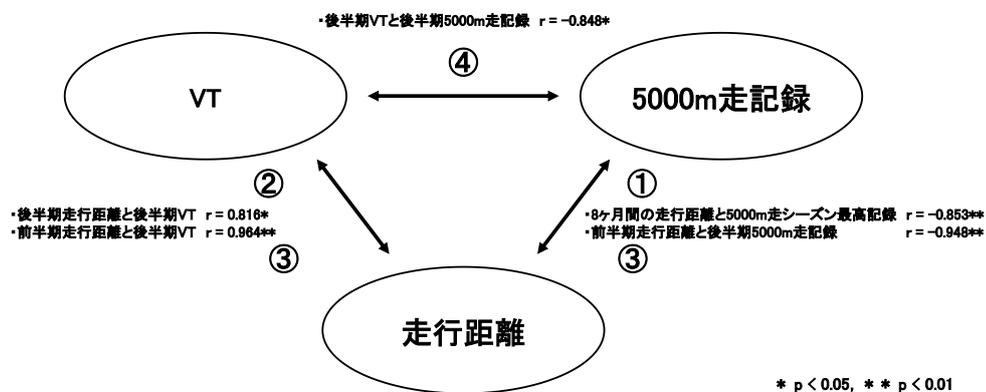


図 12. 研究課題 2 のまとめ

研究課題 2 を踏まえて大学男子長距離走選手に対するコーチング方略に言及するとすれば、次のようになる。

①の結果から、大学長距離走選手のコーチング方略として、研究課題 1 と同様に、走行距離を増加させることで競技記録の向上につながると示唆できる。しかしながら、研究課題 1 との違いは、走行距離において、競技記録 (①) と有酸素性作業能 (②) との間に相互関係が確認できた上での示唆となっている点である。このことは、多くの長距離走の指導者が経験的にトレーニング評価の指標として活用してきた走行距離を実践知として提示できたことを意味する。なお、研究課題 2 の対象者は、インターバル走が組み込まれた同一のトレーニングメニューを実施していた。したがって、トレーニング強度に多少のばらつきはあるものの、ある程度の強度を維持しつつ、走行距離を増加することで競技記録が向上することを付言しておく。

続いて、③の結果に基づけば、指導者が 1 年間のトレーニング計画の中で期分けを明確

にし、選手の走行距離を把握することが必要であることがわかる。この点については、例えば、鍛練期に走行距離を増やすような持続走で有酸素能力を向上させ、目標とする試合に近づくとつれ走速度を上げていくようなインターバル走を増やしていくこと（リディア-ド、1993）が考えられる。

また、研究課題 2 の対象者の競技レベルは 5000m 走記録の平均で約 15 分 30 秒であり、大学長距離走選手としては低-中程度の競技水準であった。この競技レベルの選手を対象にすると、走行距離の多い選手ほど AT (VT) が高く (②) , その生理的背景から 5000m 走記録に影響 (④) を与えていたと考えられる。このレベルから、さらなる記録の向上へ繋げるには、研究課題 1 の調査結果を考慮すれば 500-600 km/月のような走行距離が要求される。そのため、指導者は対象選手の競技レベルを考慮しながら長期にわたるトレーニング計画の立案も重要となる。

I-III. 研究課題 3

研究課題 3 は、16 週間のトレーニング指標、コンディション指標（走行距離、sRPE、VAS による運動の負担度・全般的な体調、睡眠時間）、競技記録の関係を明らかにすることを目的とした。大学男子長距離走選手 19 名（5000m 平均記録 14 分 55 秒 5 ± 34 秒 4）を対象にした結果、①16 週間の走行距離が多い選手ほど 5000m 走シーズン最高記録が良く、②VAS による運動の負担度が高い選手ほど対前年比が高かった。③睡眠時間（午睡時間を含む）が長い選手ほど対前年比が高く、競技パフォーマンスの向上には、睡眠時間を 8 時間/日ほど確保する必要がある。④中強度での走行時間が長い選手ほど対前年比が高い傾向であった。⑤試合直前の sRPE および VAS による運動の負担度が低い選手ほど競技記録が良い傾向であった。

以上の結果をまとめると図 13 のようになる。

ある。また、⑤'の結果から、トレーニング指標、コンディション指標の両方をモニタリングし、その変動からトレーニングを変更・決定することは、試合直前のテーパリングにおいても有用であり、試合における高いパフォーマンス発揮につながる。

以上のことから、大学男子長距離走選手のコーチング方略として、トレーニング指標とコンディション指標を追跡することで、トレーニングとコンディショニングの評価、競技記録の指標として有用である。

II. 本研究のまとめ

本研究のまとめを以下の図 14 に示す。

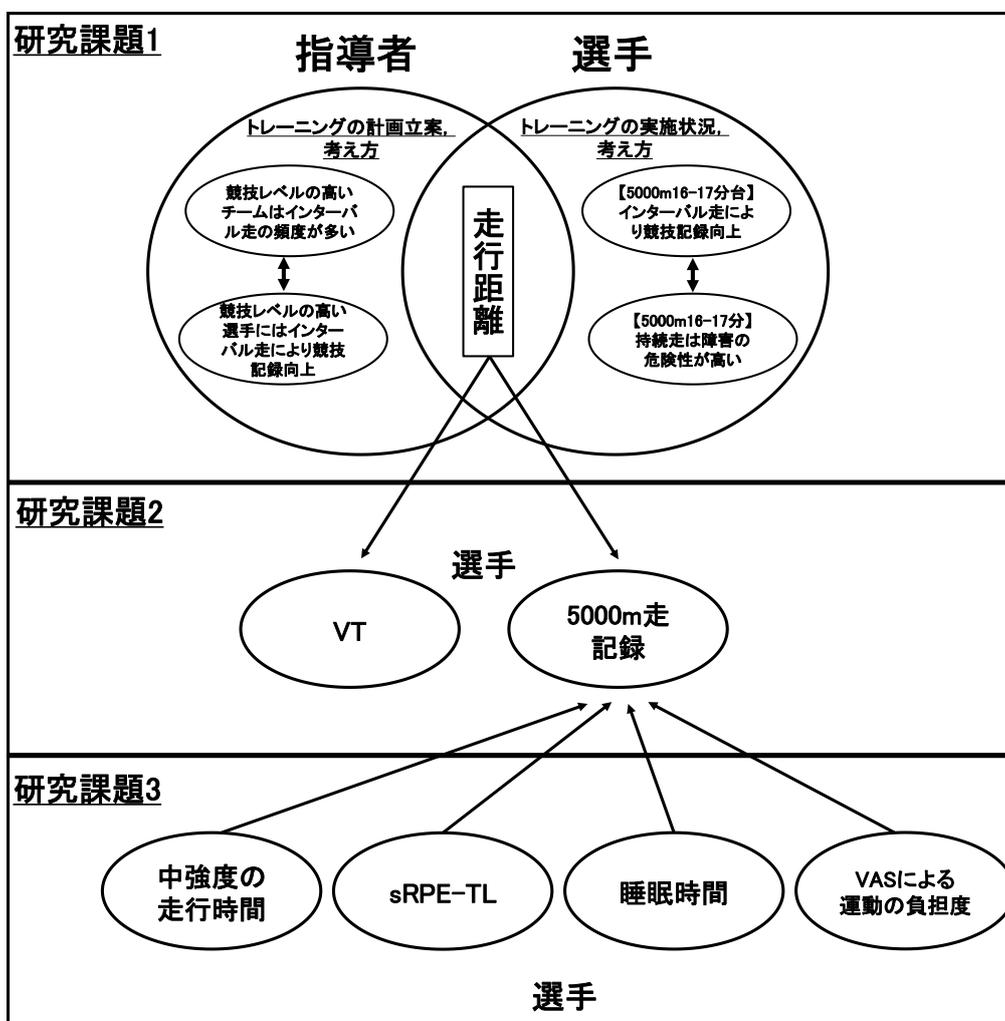


図 14. 本研究のまとめ

大学男子長距離走選手を指導する際には、走行距離を増加することでVTや5000m走記録の向上につながることから、走行距離をトレーニング指標とすることは有用である（研究課題1-3）。しかし、長距離走トレーニングはトレードオフの関係であることから、走行距離のみを重視するとトレーニング強度が低下してしまうため、sRPEによる強度別の走行時間、VASによる運動の負担度を用いて複合的に評価する必要がある。上述したように、走行距離の増加は重要であるが、低強度での走行時間を増やすのではなく、中強度の走行時間を確保することで競技パフォーマンスの向上につながる（研究課題3）。

大学男子長距離走選手の競技記録向上には、走行距離やインターバル走の頻度を増やすことが考えられるが、指導者は、選手一人一人の競技レベルに応じたトレーニングを段階的に計画する必要がある。特に、5000m16-17分台の選手には持続走の強度や走行距離の急激な増加に注意しながらトレーニングを計画していくことによって障害の予防、競技記録の向上につながる（研究課題1）。

また、睡眠時間が長い選手ほどコンディションを高めることができ、結果として競技記録向上につながることを示唆されたため、睡眠時間もコンディションの評価指標として有用である（研究課題3）。

Ⅲ. 大学男子長距離走選手に対するコーチング方略の例

本研究の結果に基づいて、大学男子長距離走選手の競技レベルを考慮したコーチング方略を例示する。ここでは、競技レベルを3群（①5000m走15分00秒未満、②15分00秒以上16分00秒未満、③16分00秒以上）とした。

①5000m走15分00秒未満の選手には、本研究および過去の国内トップレベルの大学長距離走の研究報告を踏まえると、走行距離を確保しながら、中強度の持続走およびインターバル走により競技記録が向上すると考えられる。走行距離は、国内トップレベルを目標にするのであれば700-850km/月、5000m走14分30秒未満を目標にするのであれば610km/月程度が目安となる。インターバル走の頻度は、週2回程度が必要となり、国内トップレベルを目標とするのであれば、より高い強度で実施する必要がある。

②5000m走15分00秒以上16分00秒未満の選手には、本研究に基づき、走行距離を重視し、低-中強度の持続走およびインターバル走により競技記録が向上すると見込まれる。走行距離は、15分00秒未満を目標とするのであれば550km/月、15分30秒未満を目標とするのであれば470km/月程度が目安となる。インターバル走の頻度は、週1-2回程度が必

要である。

③5000m 走 16 分 00 秒以上の選手には、本研究を踏まえて、走行距離の急激な増加に注意しながら、低強度の持続走、インターバル走により競技記録の向上が見込まれる。走行距離は、16 分 00 秒未満を目標とするのであれば 400km/月程度が目安となる。インターバル走の頻度は、週 1-2 回程度が必要である。

以上をまとめたものが表 19 となる。ただし、同表は競技レベル別の平均値などから算出しているため、指導者は選手の日々の体調などに注視しながらトレーニングを計画する必要がある。そのためにも、トレーニング指標およびコンディション指標を活用し、選手の日々の状態変化を確認していくことによって競技記録の向上につながる。競技レベルに関わらず、1 週間ごとの sRPE、VAS における運動の負担度や全般的な体調を考慮したトレーニング計画、1 日あたりの睡眠時間(午睡時間を含む)を 8 時間ほど確保することによって、日々のトレーニングや試合直前のテーパリング期における競技記録向上に向けたコンディショニングにつながる。

表 19. 本研究結果から得られた指導法の指針

| 5000m走記録 | 競技レベル別で適したトレーニング法 | 走行距離 | インターバル走の頻度 | 睡眠時間 (午睡時間を含む) | 試合期の コンディショニング法 |
|-------------------------|--|--|---------------------------------------|---------------------|---|
| 15分00秒未満の選手 | 走行距離を確保しながら、 中強度の持続走 +インターバル走 | 国内トップレベルを目標: 700-850km/月 14分30秒未満を目標: 610km/月以上 | 2回/週 国内トップレベルを目標: より高い強度で実施 | | |
| 15分00秒以上 16分00秒未満の選手 | 走行距離を重視し、 低-中強度の持続走 +インターバル走 | 15分00秒未満を目標: 550km/月 15分30秒未満を目標: 470km/月 | 1-2回/週 | 8時間/日程度の 睡眠時間を確保 | 試合5-6週前のトレーニング 負荷が高い時期には、 sRPE-TLの高まりに注意 試合1-2週前のテーパリン グ期には、VASによる運動 の負担度の高まりに注意 |
| 16分00秒以上の選手 | 走行距離の急激な増加に 注意し、低強度の持続走 +インターバル走 | 16分00秒未満を目標: 400km/月 | 1-2回/週 | | |

IV. 教育現場への波及効果

本研究では、幅広い競技レベルの大学長距離走選手を対象に調査・実践研究を実施した。研究課題 1 における E 群 (5000m 走 16-17 分台) は、塩田 (2011) , 吉岡・引原 (2016) を参考にすると競技レベルが低い群といえる。そのような競技レベルの低い選手はバーンアウトに陥りやすく (境ほか, 2011) , ライフスキルを獲得しにくい (竹村, 2013) と推察される。例えば、バーンアウトを発症した結果、競技意欲の低下に伴いドロップアウト (競

技からの離脱)が生じ、競技場面に留まらず日常場面においても様々な悪影響を及ぼすともいわれている(中込・岸, 1991)。

以上のような大学生におけるバーンアウトの予防, ライフスキルの獲得は教育学的意義が高いといわれている(長谷川ほか, 1996; 東海林・島本, 2017)。現在までに, 国内トップレベルのトレーニング内容に関する報告はみられるが, 5000m16-17分台のレベルの選手に適したトレーニング法については検討されていなかった。本研究において, 5000m16-17分台の選手を指導する際には, 他の競技レベルとは異なるトレーニングを計画・立案することによって競技記録向上につながることを示唆された。5000m16-17分台の選手の競技記録の向上は, 結果としてバーンアウトの予防やライフスキルの獲得といった効果があると予想される。

さらに, 研究課題3で用いたトレーニング指標およびコンディション指標は汎用性が高く, 中学生や高校生の競技者にも有用であると報告されている(Haddad et al., 2017)。中学・高校陸上競技選手(長距離走)の競技現場では過度なトレーニングによるバーンアウトやドロップアウトが問題視されているため(山本ほか, 1997; 日本陸上競技連盟, 2018; 石井, 2020), 本研究で用いた測定指標が中学校・高等学校の部活動の指導現場で活用されることによって, バーンアウトやドロップアウトを予防することが可能となるだろう。

以上のことから, 本研究結果が指導現場に還元, 普及, 共有されることによって教育現場への貢献度も高いといえよう。

副論文一覧

【査読付論文】

研究課題 1

- 1) 中澤翔, 柚木孝敬, 瀧澤一騎, 山代幸哉, 小野木俊, 横山順一, 杉田正明, 崎田嘉寛:
大学男子長距離競技者におけるトレーニングの実施状況および意識の特徴－2019 年度
のアンケート調査より－. 陸上競技研究, 124 : 23-30, 2021.
- 2) 中澤翔, 杉田正明, 横山順一, 崎田嘉寛: 大学長距離走の指導者におけるトレーニング
計画の立案方法. 日本体育大学紀要, 51 : 1071-1077, 2022.

研究課題 2

- 3) 中澤翔, 瀧澤一騎, 厚東芳樹, 山代幸哉, 佐藤大輔, 丸山敦夫: 長距離選手の走行距離
と有酸素性作業能の関係－5000m 走記録の追跡－. コーチング学研究, 31 (2) : 209-
217, 2018.

研究課題 3

- 4) 中澤翔, 崎田嘉寛, 上野弘聖, 横山順一, 杉田正明: 陸上競技・大学男子長距離選手の
トレーニング指標およびコンディション指標と競技記録の関係. 体育学研究, 印刷中.

謝辞

本論文をまとめるにあたり、主査として手厚くご指導を頂いた北海道大学大学院教育学研究院 崎田嘉寛准教授に心より感謝申し上げます。崎田嘉寛准教授には、学位論文の構成や執筆に関して細部にわたりご指導いただき、コーチングにおける実践研究の重要性についても学ぶ機会を頂きました。心より感謝の意を表します。

本論文の審査に関して、副査を引き受けていただきました北海道大学大学院教育学研究院 池田恵子教授、北海道大学大学院教育学研究院 柚木孝敬教授、日本体育大学体育学部 杉田正明教授には、示唆に富んだ貴重なご意見を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

本論文を進めるにあたっては、多くの方々からご支援を頂きました。東京国際大学人間社会学部 丸山敦夫教授、一般社団法人身体開発研究機構 瀧澤一騎代表理事、新潟医療福祉大学健康科学部 佐藤大輔教授、新潟医療福祉大学健康科学部 山代幸哉准教授には非常に多くのご指導を賜りました。心より感謝申し上げます。

また、本研究にご協力いただきました新潟医療福祉大学陸上競技部の皆様、日本体育大学陸上競技部の皆様、質問紙調査にご協力いただきました大学男子長距離走の選手・指導者の皆様に心より御礼を申し上げます。

最後に、長年の学生生活を暖かく見守ってくれた家族に心より感謝いたします。

参考文献

- Abe D., Yoshida T., Ueoka H., Sugiyama K., Fukuoka Y. (2015) Relationship between perceived exertion and blood lactate concentrations during incremental running test in young females, *BMC. Sports Sci. Med. Rehabil.*, 22;7:5. DOI: 10.1186/2052-1847-7-5
- 曾田宏 (2017) コーチの学びに役立つ実践報告と事例研究のまとめ方. *コーチング学研究*, 30 (3) : 1-5.
- Allen D., Freund BJ., Wilmore JH. (1986) Interaction of test protocol and horizontal run training on maximal oxygen uptake. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 18(5): 581-587.
- 有吉正博 (1988) 長距離・マラソン・駅伝－技術と練習－. 成美堂出版：東京, pp.15-18.
- Astrand PO., Rodahl K. (1970) *Textbook of Work Physiology*, McGraw Hill, New York, pp.382-388.
- Balsalobre-Fernandez C., Santos-Concejero J., Grivas GV. (2016) Effects of Strength Training on Running Economy in Highly Trained Runners: A Systematic Review With Meta-Analysis of Controlled Trials. *J. Strength Cond. Res.*, 30(8): 2361-2368.
- Banister EW. (1991) Modeling elite athletic performance. In: Macdougall JD., Wenger HA., GREEN HJ. (eds.) *Physiological Testing of Elite Athletes*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Banister EW., Calvert TW. (1980) Planning for future performance: implications for long term training. *Can. J. Appl. Sport Sci.*, 5(3): 170-176.
- Barnes KR. (2017) Comparisons of perceived training doses in champion collegiate-level male and female cross-country runners and coaches over the course of a competitive season. *Sports Med. Open.*, 3: 38. doi : 10.1186 / s40798-017-0105-0
- ベースボール・マガジン社 (2021) 大学駅伝 2021 夏冬号 : pp.112-119.
- Bassett DR., Howley ET. (1997) Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29(5): 591-603.
- Billat LV. (2001) Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med.*, 31(1):13-31.
- Billat V., Lepretre PM., Heugas AM., Laurence MH., Salim D., Koralsztein JP. (2003)

- Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 35(2): 297-304.
- Billat VL., Demarle A., Slawinski J., Paiva M., Koralsztejn JP. (2001) Physical and training characteristics of top-class marathon runners, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33(12): 2089-2097.
- Blanchfield AW., Lewis-Jones TM. Wignall JR., Roberts JB., Oliver SJ. (2018) The influence of an afternoon nap on the endurance performance of trained runners. *Eur. J. Sport Sci.*, 18(9): 1177-1184.
- ボンパ T：尾縣貢，青山清英 訳（2006）競技力向上のトレーニング戦略. 大修館書店：東京, pp.161-169.
- Borg GA. (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 14(5): 377-381.
- Bransford DR., Howley ET. (1977) Oxygen cost of running in trained and untrained men and women. *Med. Sci. Sports*, 9(1): 41-44.
- Casado A., Hanley B., Ruiz-Pérez LM. (2020) Deliberate practice in training differentiates the best Kenyan and Spanish long-distance runners. *Eur. J. Sport. Sci.*, 20(7): 887-895.
- Conley DL., Krahenbuhl GS. (1980) Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 12(5): 357-360.
- Costill DL., Thomason H., Roberts E. (1973) Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med. Sci. Sports*, 5(4): 248-252.
- Damsted C., Glad S., Nielsen RO., Sørensen H., Malisoux L. (2018) Is there evidence for an association between changes in training load and running-related injuries? A systematic review. *Int. J. Sports Phys. Ther.*, 13 : 931-942.
- 大後栄治，植田三夫，石井哲次，上條清美，富岡徹，弘卓三（1996）箱根駅伝参加選手のLTを基にしたトレーニング計画. 日本体育学会大会号，47：334.
- 大後栄治，植田三夫，石井哲次，上條清美，弘卓三（1999）LTを基にしたトレーニング計画の研究－神奈川大学箱根駅伝参加選手の特性－. *ランニング学研究*, 10 (1) : 35-42.
- Daniels JT. (1985) A physiologist's view of running economy. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 17(3): 332-338.
- Daussin FN., Ponsot E., Dufour SP., Lonsdorfer-Wolf E., Doutreleau S., Geny B., Piquard F., Richard R. (2007) Improvement of VO_2 max by cardiac output and oxygen extraction

- adaptation during intermittent versus continuous endurance training. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 101(3): 377-383.
- Denis C., Fouquet R., Poty P., Geysant A., Lacour JR. (1982) Effect of 40 weeks of endurance training on the anaerobic threshold. *Int. J. Sports Med.*, 3(4): 208-214.
- Dupuy O., Douzi W., Theurot D., Bosquet L., Dugué B. (2018) An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: A systematic review with meta-analysis, *Front Physiol.*, 26;9:403. DOI: 10.3389/fphys.2018.00403
- 海老島均 (2012) 大学を拠点とした総合型地域スポーツクラブに関するアンケート. *大学体育*, 39 (2) : 115-118.
- Edwards S. (1993) High performance training and racing. In: Edwards S. ed. *The Heart Rate Monitor Book*. 8th ed. Sacramento, CA: Feet Feet Press: 113-123.
- Enoksen E., Tjelta AR., Tjelta LI. (2011) Distribution of training volume and intensity of elite male and female track and marathon runners. *Int. J. Sports Sci. Coach.*, 6(2): 273-293.
- 榎本靖士 (2013) 長距離選手のランニングエコノミーに影響を及ぼす体力および技術的要因の検討. *筑波大学体育学紀要*, 36 : 137-140.
- Esteve-Lanao J., Foster C., Seiler S., Lucia A. (2007) Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *J. Strength. Cond. Res.*, 21(3):943-949.
- Esteve-Lanao J., San Juan AF., Earnest CP., Foster C., Lucia A. (2005) How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37(3): 496-504.
- Fernhall B., Kohrt W. (1990) The effect of training specificity on maximal and submaximal physiological responses to treadmill and cycle ergometry. *J. Sports Med. Phys. Fitness.*, 30(3):268-275.
- Festa L., Tarperi C., Skroce K., La Torre A., Schena F. (2020) Effects of different training intensity distribution in recreational runners. *Front. Sports Act. Living.*, 1:70. doi: 10.3389/fspor.2019.00070.
- Foster C. (1998) Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30(7): 1164-1168.
- 藤田敦史 (2000) 2 つの学生新記録を樹立した 4 年間のトレーニング実績. *陸上競技研究*,

42(3) : 22-43.

González-Mohino F., Santos-Concejero J., Yustres I., González-Ravé JM. (2020) The effects of interval and continuous training on the oxygen cost of running in recreational runners: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med.*, 50(2):283-294.

González-Mohino F., González-Ravé JM., Juárez D., Fernández FA., Barragán Castellanos R., Newton RU. (2020) Effects of Continuous and Interval Training on Running Economy, Maximal Aerobic Speed and Gait Kinematics in Recreational Runners. *J. Strength Cond. Res.*, 30(4): 1059-1066.

Gorostiaga, E.M., Walter, C.B., Foster, C., Hickson, R.C. (1991) Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 63(2): 101-107.

後藤晴彦, 鳥居俊 (2018) 市民ランナーのランニングスタイルとランニング障害の関係. *ランニング学研究*, 29 (2) : 119-132.

Haddad M., Stylianides G., Djaoui L., Dellal A., Chamari K. (2017) Session-RPE method for training load monitoring: validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Front. Neurosci.*, 11, 612.

長谷川悦示, 土屋裕睦, 日野克博 (1996) 体育専攻学生の競技意欲を規定する要因の探求. *スポーツ教育学研究*, 16 (2) : 105-112.

橋爪伸也 (2020) *リディアドのランニング・トレーニング*. ベースボール・マガジン社 : 東京, pp.45-47.

八田秀雄 (2009) *乳酸と運動生理・生化学—エネルギー代謝の仕組み—*. 市村出版 : 東京, pp.78-82.

Helgerud J., Høydal K., Wang E., Karlsen T., Berg P., Bjerkaas M., Simonsen T., Helgesen C., Hjorth N., Bach R., Hoff J. (2007) Aerobic high-intensity intervals improve VO_{2max} more than moderate training. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39(4): 665-671.

Houmard JA., Costill DL., Mitchell JB., Park SH., Hickner RC., Roemmich JN. (1990) Reduced training maintains performance in distance runners. *Int. J. Sports Med.*, 11(1): 46-52.

Houmard JA., Scott BK., Justice CL., Chenier TC. (1994) The effects of taper on performance in distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 26(5): 624-631.

- Hreljac A. (2004) Impact and overuse injuries in runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36 (5): 845-849.
- 家吉彩夏, 松村勲, 山本正嘉 (2014) 長距離走選手のトレーニング評価指標としての「ランニングポイント」の提案. *ランニング学研究*, 25 (1) : 29-37.
- 家吉彩夏, 増本和之, 森寿仁, 松村勲, 山本正嘉 (2015) 長距離走選手のトレーニング評価指標としての「ランニングポイント」の検討—生理応答および選手の感覚との対応性について—. *ランニング学研究*, 26 (2) : 21-29.
- 今井立史, 丹沢政, 沼本秀樹, 永松尚, 金澤博明 (1995) 駅伝選手における整形外科的メディカルチェック. *山梨医学*, 23 : 209-211.
- 井本岳秋 (2008) 長距離・マラソン選手のコンディショニング. *陸上競技研究紀要*, 4 : 77-84.
- Impellizzeri FM, Rampinini E., Coutts AJ., Sasi A., Marcora SM. (2004) Use of RPE-based training load in soccer. *Med. Sci.Sports Exerc.* 36(6): 1042-1047.
- Ingham SA., Carter H., Whyte GP., Doust JH. (2008) Physiological and performance effects of low- versus mixed-intensity rowing training. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 40(3): 579-584.
- 石井好二郎 (2005) スポーツサイエンス領域の検査の現状と将来展望. *臨床化学*, 34: 344-349.
- 石井哲次, 大後栄治, 植田三夫, 上條清美, 泉圭祐, 弘卓三 (1998) 神奈川大学箱根駅伝選手のLSDトレーニングの効果—LTポイントと競技成績の関係—. *日本体育学会大会号*, 49 : 306.
- 石井祐治 (2020) 高校生の陸上競技長距離種目における指導について. *星槎道都大学研究紀要*, 創刊号, 53-58.
- Ivy JL., Withers RT., Van Handel PJ., Elger DH., Costill DL. (1980) Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold. *J. Appl. Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol.*, 48 (3) : 523-527.
- James SL., Bates BT., Osternig LR. (1978) Injuries to runners. *Am. J. Sports Med.*, 6(2): 40-50.
- Jones, AM. (1998) A five year physiological case study of an Olympic runner. *Br. J. SportsMed.*, 32(1): 39-43.
- Joyner MJ., Coyle EF. (2008) Endurance exercise performance: the physiology of champions.

- J. Physiol., 586(1): 35-44.
- Karp JR. (2007) Training characteristics of qualifiers for the U.S. Olympic Marathon Trials. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 2(1): 72-92.
- 勝田茂, 宮田浩文, 麻場一徳, 原田健, 永井純 (1986) 中長距離選手におけるランニング効率とパフォーマンスとの関係について. *大学体育研究*, 8 : 45-52.
- 川久保一浩 (2002) 藤原正和選手のトレーニング. *陸上競技研究*, 49(2) : 22-26.
- 菊地邦雄, 磨井祥夫, 笹原英夫, 三浦朗 (1984) 陸上競技・長距離選手の障害と等速性筋力. *体力科学*, 33 (6) : 520.
- 木村瑞生, 古泉一久 (2015) 大学駅伝チームにおける 5000m走のパフォーマンスと脚筋パワーおよび脚筋持久力の関係. *スポーツパフォーマンス研究*, 7 : 171-182.
- Kluitenberg B., van Worp H., Huisstede BMA., Hartgens F., Diercks R., Verhagen E., van Middelkoop M. (2016) The NLstart2run study: Training-related factors associated with running-related injuries in novice runners. *J. Sci. Med. Sport.*, 19(8): 642-646.
- 小林勝法, 森田啓, 奈良雅之, 山内賢, 柳田泰義, 田中博史, 平田智秋 (2008) 大学体育のFD活動に関する意識と実態調査結果報告. *大学体育*, 35 (2) : 131-135.
- 駒井説夫, 本間聖康 (1996) 長距離走者の走成績と $v\text{VO}_2\text{max}$ との関係. *高知大学学術研究報告*, 自然科学編, 45 : 69-76.
- 駒井説夫, 本間聖康, 白石龍生 (1991) 長距離走者の走パフォーマンスと有酸素性作業能のパラメーターとの関係. *高知大学学術研究報告自然科学編*, 40 : 169-179.
- 小松美冬 (2005) 日本に浸透しきれていないリディアード方式の核の部分. *ランニング学研究*, 17(1) : 14-16.
- Kumagai S., Tanaka K., Matsuura Y., Matsuzaka A., Hirakoba K., Asano K. (1982) Relationships of the anaerobic threshold with the 5 km, 10km, and 10 mile races. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 49 : 13-23.
- 櫛部静二 (2015) 基礎からわかる！中長距離走トレーニング. ベースボール・マガジン社 : 東京, pp.80-91.
- 桑原仁史, 繁田進, 有吉正博 (1990) 国内一流長距離・マラソン選手のトレーニング方法に関する分析的研究. *日本体育学会大会号*, 41 : 563.
- Laursen PB. (2010) Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training?. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 20(2): 1-10.

- Lysholm J., Wiklander J. (1987) Injuries in runners, *Am. J. Sports Med.*, 15(2): 168-171.
- MacDougall D., Sale D. (1981) Continuous vs. interval training: a review for the athlete and the coach. *Can. J. Appl. Sport. Sci.*, 6(2): 93-97.
- Magness S. (2013) Volume and intensity of training. *The Science of Running: How to find your limit and train to maximize your performance*. Lightning Source Inc, pp.125-136.
- Mah CD., Mah KE., Kezirian EJ., Dement WC. (2011) The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep*, 34(7): 943-950.
- 丸山敦夫 (2004) 長距離走者の無酸素・有酸素性能力の特性, 平木場浩二編長距離走者の生理科学. 杏林書院: 東京, pp.51-52.
- 丸山敦夫, 美坂幸治 (1983) Distance training が長距離選手の VO_2AT , VO_{2max} および Performance におよぼす影響について. *体力科学*, 32 (6) : 614.
- 丸山敦夫, 美坂幸治 (1983) VO_2AT および $VO_{2submax}$ による長距離選手 performance の推定について. 鹿児島大学教育学部研究紀要, 自然科学編, 35 : 53-64.
- Martin BJ. (1981) Effect of sleep deprivation on tolerance of prolonged exercise. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 47(4): 345-354.
- マーティン D, コー P : 征矢英昭, 尾縣貢 訳 (2001) 中長距離ランナーの科学的トレーニング. 大修館書店, 東京, pp.140-143.
- 松村勲 (2009) 陸上競技女子長距離選手の体調確認の実践事例-VAS 法の活用-. *スポーツパフォーマンス研究*, 1 : 110-124.
- 松田三笠, 図子浩二, 平田文夫, 金高宏文, 瓜田吉久 (2001) 永田宏一郎選手の実施した大学4年間のトレーニング事例. *陸上競技研究*, 46(3) : 25-35.
- Miller D. (1990) Ground reaction forces in distance running. In: Cavanaugh PR. (Ed.) , *Biomechanics of Distance Running*. Human Kinetics Books: Champaign, IL, pp.203-224.
- 満園良一, 柚木孝敬, 小宮秀一 (1997) 長距離ランナーにおける身体組成・走行経済性および走パフォーマンスの縦断的評価. *久留米大学保健体育センター研究紀要*, 5(1) : 47-51.
- Moore IS. (2016) Is there an economical running technique? A review of modifiable biomechanical factors affecting running economy. *Sports Med.*, 46(6):793-807.
- 森寿仁, 竹内良人, 太田敬介, 山本正嘉 (2014) 市民マラソンレースにおけるランナーの疲労特性とパフォーマンスに関連する要因. *ランニング学研究*, 25 : 1-10.
- 両角速 (2012) 中長距離・駅伝 (陸上競技入門ブック). ベースボール・マガジン社: 東京,

pp.100-109.

Mujika I. (2017) Quantification of Training and Competition Loads in Endurance Sports, Methods and Applications. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 12: 9-17.

Mujika I., Busso T., Lacoste L., Barale F., Geysant A., Chatard JC. (1996) Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21(2): 251-258.

Mujika I., Chatard JC., Busso T., Geysant A., Barale F., Lacoste L. (1995) Effects of training on performance in competitive swimming. *Can. J. Appl. Physiol.*, 20(4): 395-406.

Mujika I., Padilla S. (2003) Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 35(7): 1182-1187.

村木征人 (1994) スポーツ・トレーニング理論. ブックハウス・エイチデイ:東京, pp.152-154.

村木征人 (2013) 年間トレーニング構成のための標準モデルとしての期分け論. 陸上競技研究紀要, 9: 10-26.

長崎文彦 (2001) LSD (Long Slow Distance) training により開発される有酸素運動能力の特徴とその長所 (Speed training との比較から). *日本臨床スポーツ医学会誌*, 9(1) : 93-96.

中込四郎, 岸順治 (1991) 運動選手のバーンアウト発症機序に関する事例研究. *体育学研究*, 35 (4) : 313-323.

中垣浩平, 尾野藤直樹 (2014) 簡易的なトレーニング定量法の有用性: カヌースプリントナショナルチームのロンドンオリンピックに向けたトレーニングを対象として. *体育学研究*, 59 (1) : 283-295.

中島真由美 (2015) 疼痛アセスメントにおける Visual Analogue Scale : VAS 使用に関する文献レビュー. *聖泉看護学研究*, 4 : 83-89.

Napier C., BSc MR., Menon C., Paquette MR. (2020) Session rating of perceived exertion combined with training volume for estimating training responses in runners. *J. Athl. Train.*, 55(12): 1285-1291.

Nielsen RØ., Parner ET., Ellen Nohr A., Sørensen H., Lind M., Rasmussen S. (2014) Excessive progression in weekly running distance and risk of running-related injuries: an association which varies according to type of injury. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 44(10): 739-747.

- 日本陸上競技連盟 (2018) 発育発達期における望ましい運動部活動のあり方. 中学校部活動における陸上競技指導の手引き. <https://www.jaaf.or.jp/files/upload/202003/jhs-002.pdf>
- 野呂進 (2012) 箱根駅伝ランナーの練習方法およびコンディショニングに関する研究. 専修大学社会体育研究所報, 59 : 33-38.
- 荻田太 (2009) エンデュアランストレーニング研究のこれまでとこれから－無酸素性作業閾値 (AT)－. トレーニング科学, 21 (2) : 257-268.
- 大下泰司, 満園良一 (2009) 異なるストレッチングが長距離ランナーの関節可動域および走行経済性に及ぼす影響. 体力科学, 58 (3) : 395-404.
- 小原達朗 (1990) トレーニングに伴う中長距離走の競技成績の変動と VO₂max, 換気性閾値および乳酸性閾値の関連性. 長崎大学教育学部自然科学研究報告, 43 : 35-45.
- Parmar A., Jones TW., Hayes PR. (2021) The use of interval-training methods by coaches of well-trained middle- to long-distance runners. *International Journal of Strength and Conditioning.*, 1, 1: DOI: <https://doi.org/10.47206/ijsc.v1i1.54>
- Paquette MR., Napier C., Willy RW., Stellingwerff T. (2020) Moving beyond weekly "distance": Optimizing quantification of training load in runners. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 50(10): 564-569.
- Plisk SS., Stone MH. (2003) Periodization strategies. *Strength Cond. J.*, 25(6): 19-37.
- Pollock ML., Jackson AS., Pate RR. (1980) Discriminant analysis of physiological differences between good and elite distance runners. *Res. Q. Exerc. Sport.*, 51(3): 521-532.
- リディアード A : 小松美冬 訳 (1993) リディアードのランニング・バイブル. 大修館書店 : 東京, pp. 20-21.
- Roberts SSH., Teo WP., Aisbett B., Warmington SA. (2019) Extended sleep maintains endurance performance better than normal or restricted sleep, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 51(12):2516-2523.
- Rowbottom DG. : 村木征人 訳 (2010) トレーニングの期分け. ギャレット・カーケンダル・スクワ이어 編, 宮永豊 総監訳・阿江通良・河野一郎・高松薫・徳山董平 監訳, スポーツ科学・医学大事典 スポーツ運動科学－バイオメカニクスと生理学－. 西村書店 : 東京, pp. 423-434.
- 境英俊, 池田秀美, 伊藤豊彦 (2011) 大学生剣道部員におけるライフスキルの獲得とバーンアウトとの関係について. 島根大学教育学部紀要 (教育科学) , 45 : 37-45.

- 坂井和明, 伊藤竜兵, 大高敏弘, 高松薫 (2006) 球技スポーツ競技者における個別性の原則を考慮した体力トレーニングの効果. 体育学研究, 51 (1) : 21-32.
- 坂入洋右 (2011) コーチング学における新たな応用的研究の可能性ー包括的媒介変数を活用した実践的研究法ー. 体育方法専門分科会会報, 37 : 169-173.
- Sandrock M. (2000) Interval workouts: The need for speed. Running Tough. Human Kinetics, p.69.
- 佐々木功 (1984) ゆっくり走れば速くなるー佐々木功のマラソン^秘トレーニングー. ランナーズ : 東京, 160-163.
- Scott TJ., Black CR., Quinn J., Coutts. AJ. (2013) Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training in Australian football: a comparison of the CR10 and CR100 scales, J. Strength. Cond. Res. 27: 270-276.
- Scrimgeour AG., Noakes TD., Adams B., Myburgh K. (1986) The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol., 55(2): 202-209.
- Seiler KS., Kjerland G. (2006) Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution?. Scand. J. Med. Sci. Sports, 16(1): 49-56.
- Seiler S. (2010) What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? Int. J. Sports Physiol. Perform., 5(3): 276-291.
- Selles-Perez S., Fernández-Sáez J., Cejuela R. (2019) Polarized and pyramidal training intensity distribution: Relationship with a half-ironman distance triathlon competition. J. Sports Sci. Med., 18(4): 708-715.
- 白木仁, 田淵健一, 児玉啓路, 宮川俊平, 上牧裕, 天貝均 (1983) 陸上競技におけるスポーツ障害の特徴 (陸上競技種目別にみたスポーツ障害). 体力科学, 32(6), 502.
- Silva R., Damasceno M., Cruz R., Silva-Cavalcante MD., Lima-Silva AE., Bishop DJ., Bertuzzi R. (2017) Effects of a 4-week high-intensity interval training on pacing during 5-km running trial. Braz. J. Med. Biol. Res, 50(12): e6335.
- 塩田徹 (2011) 箱根駅伝を目指す大学長距離走者の日常生活およびトレーニングに対する意識の特徴. スポーツ健康科学紀要 (8) : 1-11.
- Spurrs RW., Murphy AJ., Watsford ML. (2003) The effect of plyometric training on distance

- running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 89: 1-7.
- Stellingwerf T. (2012) Case study: Nutrition and training periodization in three elite marathon runners, *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.*, 22(5): 392-400.
- ストロング J: 熊澤孝朗, 山口佳子 訳 (2010) 痛み学－臨床のためのテキスト－. 名古屋大学出版会: 愛知, p.151.
- 杉田正明 (2019) トップアスリートのコンディショニングチェックについて. *体力科学*, 68(1): 19.
- 杉田正明, 河村亜希, 橋本峻 (2020) 定期的なコンディショニングチェックを用いた望ましいコンディショニング方略の検討－. *日本体育大学体育研究所雑誌*, 2019: 39-47.
- 鈴木省三, 前田明伸, 高橋弥穂 (2004) ボート競技に関するトレーニングプログラムの実施と試合結果に対する monotony 解析の試み: その具体的事例と展開. *人間情報学研究*, 9: 39-47.
- Tabata I., Nishimura K., Kouzaki M., Hirai Y., Ogita F., Miyachi M., Yamamoto K. (1996) Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO_2 max. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 28(10):1327-1330.
- 高山史徳, 佐久間広貴 (2015) 市民ランナーにおけるマラソンレース前のトレーニング評価－セッション RPE 法を用いた検討－. *スポーツパフォーマンス研究*, 7: 135-146.
- 高山史徳, 嶋津航, 青柳篤, 鍋倉賢治 (2018) 市民ランナーにおけるマラソンシーズンの生理学的指標, パフォーマンスの回復ならびにトレーニング負荷と主観的体調との関係: 事例研究. *体育学研究*, 63: 383-395.
- 竹村りょうこ, 島本好平, 加藤貴昭, 佐々木三男 (2013) スポーツ集団における学生アスリートのセルフマネジメントに関する研究: スポーツ・セルフマネジメントスキル尺度の開発. *体育学研究*, 58 (2): 483-503.
- 瀧澤一騎, 山地啓司 (2008) エンデュアランストレーニング研究のこれまでとこれから－呼吸・循環器レベルでの適応－. *トレーニング科学*, 20 (4): 299-306.
- Tanaka K., Matsuura Y., Moritani T. (1981) A correlational analysis of maximal oxygen uptake and anaerobic threshold as compared with middle and long distance performance. *J. Physical Fitness Japan*, 30(2): 94-102.
- 丹治史弥, 榎本靖士, 鍋倉賢治 (2017) 中長距離ランナーにおける高強度走行中のステップ変数と走の経済性. *体育学研究*, 62 (2): 523-534.

- Tesch PA., Sharp DS., Daniels WL. (1981) Influence of fiber type composition and capillary density on onset of blood lactate accumulation. *Int. J. Sports Med.*, 2(4): 252-255.
- Tjelta LI., Enoksen E. (2010) Training characteristics of male junior cross country and track runners on European top level. *Int. J. Sports Sci. Coach.*, 5 : 193-203.
- 東海林祐子, 島本好平 (2017) 大学体育におけるライフスキル獲得のための授業支援ツール
体育ノートの導入とその効果の検討. *大学体育学*, 14 : 3-15.
- Tonnessen E., Sylta O., Haugen TA., Hem E., Svendsen IS., Seiler S. (2014) The road to gold : training and peaking characteristics in the year prior to a gold medal endurance performance. *PLoS One*, 9(7) : e101796. DOI: 10.1371/ journal.pone.0101796
- Venter RE. (2014) Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *Eur. J. Sport. Sci.*, 14(1): 69-76.
- Wasserman K., Mcilroy MB. (1964) Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am. J. Cardiol.*, 14:844-852.
- Williams KR., Cavanagh PR. (1987) Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. *J. Appl. Physiol.*, 63(3): 1236-1245.
- 山地啓司 (1992) 最大酸素摂取量の科学. 杏林書院 : 東京, p.132.
- 山地啓司 (1997) ランニングの経済性に影響をおよぼす要因. *日本運動生理学雑誌*, 4 (2) : 81-98.
- 山地啓司, 宮下充正 (1976) 3年間の全身持久性トレーニングが陸上中・長距離選手の呼吸・循環機能に及ぼす影響. *体育学研究*, 21 (4) : 181-189.
- 山本正彦, 松尾昌文, 梶原洋子, 青葉昌幸, 加賀谷熙彦, 戸荻晴彦 (1997) 埼玉県における中学校駅伝のトレーニング状況 : 男子の場合. *日本体育学会大会号*, 48 : 499.
- 山本正嘉 (2018) 体育・スポーツの実践研究はどうあるべきか. 福永哲夫, 山本正嘉編, 体育・スポーツ分野における実践研究の考え方と論文の書き方, 市村出版 : 東京, pp.8-30.
- Yamanaka R, Ohnuma H, Ando R, Tanji F, Ohya T, Hagiwara M, Suzuki Y. (2019) Sprinting ability as an important indicator of performance in elite long-distance runners, *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 15(1): 141-145.
- Yong JR., Silder A., Montgomery KL., Delp SL. (2018) Acute changes in foot strike pattern and cadence affect running parameters associated with tibial stress fractures, *J. Biomech.*, 76: 1-7.

- 矢野龍彦 (1981) 長距離走におけるトレーニング法の変遷と記録向上に関する研究. 桐朋学園大学研究紀要, 7 : 112-129.
- 吉田安宏, 徳永幹雄 (2002) 運動・スポーツ経験とライフスタイル. 徳永幹雄編 運動と競技のスポーツ心理. 不味堂出版 : 東京, pp156-166.
- 吉岡利貢, 引原有輝 (2016) 男子長距離ランナーにおける形態的特徴, 走距離およびパフォーマンスの関係—シニアおよびジュニアの比較を交えて—. 陸上競技研究, 107 : 13-21.
- 関子浩二 (2014) コーチングモデルと体育系大学で行うべき一般コーチング学の内容. コーチング学研究, 27 (2) : 149-161.