

# 心身のストレスに対する競技パフォーマンスの安定性が腸内細菌の構成変化と情緒安定性に関する研究

東 北 大 学 松 生 香 里  
(共同研究者) 大 阪 市 立 大 学 岡 崎 和 伸  
立 命 館 大 学 後 藤 一 成  
同 高 尾 憲 司  
近 畿 大 学 佐 藤 浩

## Relationship Between the Stability and Emotional Stability of Competitive Sports Performance and Compositional Changes in Gut Microbiota with Mental and Physical Stress

by

Kaori Matsuo

*Tohoku University*

Kazunobu Okazaki

*Osaka City University*

Kazusige Goto, Kenji Takao

*Ritsumeikan University*

Hiroshi Sato

*Kinki University*

### ABSTRACT

In this study, we investigated in university male long-distance runners whether the classification of gut microbiota changed according to an athlete's subjective condition. In addition, we used the Big-Five Factor Markers of personality traits to investigate

whether changes in the intestinal microbial flora were related to emotional stability, with the aim of obtaining basic material useful for the field. The athletes were asked to take two stool samples for gut microflora analysis, one while in a “normal” condition (decided subjectively) and one when in a “worse” condition, excluding physical conditions such as when clearly affected by a common cold. Gut microbiota were classified by terminal restriction fragment length polymorphism analysis. The performance stability of each athlete was evaluated from changes in his competition performance and usual training record, assessed by the athlete's coach using a ten-point subjective evaluation. We examined the relationship between emotional stability and performance stability using the Big-Five Factor Markers inventory. There was a significant correlation between emotional stability and performance stability. Based on this result, the athletes were divided into high emotional stability and low emotional stability groups, and the amount of change in the gut microbiota classification between the “normal” condition and “worse” condition stool samples were examined. There was no significant difference between the two groups in the amount of change in the intestinal microbial community. However, the data suggested that the gut microbiota differs greatly between individuals. Further investigation of the relationship between detailed changes in gut microbiota and individuals' mental and physical condition is warranted.

## 要 旨

大学男子長距離選手を対象に、主観的コンディションの不調時における腸内細菌群の変化があるかどうかを調べた。また、70項目から成る主要5因子性格検査を実施し、情緒安定性尺度と腸内細菌叢の分類変化に関連があるかどうか検討し、現場に役立つ基礎資料を得ることを目的とした。

被験者は、主観的コンディションを指標に、普段のコンディション時「通常時」と「不調時」の合計2回、腸内細菌叢分析のための採便を行った。採便は、明らかに風邪に罹患している場合などの体調変化を除き、主観的コンディションを指標に実施した。腸内細菌の分類はT-RFLP法(Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis)を用い、腸内細菌の分類解析を実施し

た。各選手のパフォーマンスの安定性は、競技記録の変化や練習時の記録から、指導者の主観による10段階評価を行った。また、主要5因子性格検査による情緒安定性尺度とパフォーマンスの安定性との関連を調べた。

情緒安定性とパフォーマンスの安定性には、有意な相関関係は認められた。この結果をもとに、情緒安定性が高い選手と低い選手に分け、主観的コンディションの「通常時」と「不調時」の腸内細菌群の変化量を調べた。腸内細菌群の変化量は、両群において有意な差異は認められなかった。しかしながら、腸内細菌叢は個人において、大きな異なりがあるため、今後は、さらに詳細な腸内細菌の種類変化や心身のコンディションとの関連性について調査する必要があると考えられる。

## 緒言

陸上競技長距離・マラソン選手は、日常のトレーニングや試合前の心理的ストレスやマラソンレース後において、消化器系の失調症状を訴えることが多いことが報告されている<sup>1-5)</sup>。

また、実業団長距離・マラソン選手を対象にした腸内環境とコンディションの関連について調査を実施した報告では、およそ25%の選手が、合宿遠征や試合前に腸内環境が悪化すると感じていることを示した<sup>6)</sup>。さらに我々は、高所トレーニング合宿により外環境が変化した場合や試合前のストレス時において、T-RFLP法を用いて解析した腸内細菌の構成割合が大きく変わる選手とほとんど変化がなかった選手が存在することを報告した<sup>6)</sup>。

一方、興味深いことに、現場のコーチ・指導者の視点として、腸内細菌の分類比率にほとんど変化がみられない選手は、「競技パフォーマンス（競技成績や練習時の記録）が安定しており、徹底した自己管理が出来る選手が多い」という意見が掲げられている。また、心身のコンディションが良くない状態で試合に挑んだ場合でも、ある程度の安定した競技成績・パフォーマンス発揮ができる選手、逆に、ベストコンディションで試合に臨んだ場合でも、競技成績が大幅に悪くなる選手が存在する。これらは指導者の現場的視点として問題に掲げられるものの、明確な原因は明らかになっていないのが実状であり、指導現場の経験に基づく意見である。

これらの背景から、選手の「性質・性格」が腸内環境悪化や腸内細菌叢の構成変化のしやすさと関連している可能性を考えた。つまり、著者は競技パフォーマンスが安定している選手は、「冷静である、周囲に惑わされない」などの言葉で表現されるように、情緒が安定しており、合宿遠征時や試合前におけるストレス時でも、腸内細菌叢の

構成変化が少ない可能性があることを推測した。

そこで、本研究では、「アスリートの競技パフォーマンスは、情緒安定性と腸内細菌の構成変化と相関する」という仮説を軸にし、情緒安定性が低い選手、高い選手の腸内細菌の構成変化を比較し、競技パフォーマンスの安定性に関連している可能性を明らかにし、現場に還元できる基礎資料を得ることを目的とした。

## 1. 研究方法

### 1.1 被験者

本研究は、大学男子陸上長距離選手41名を対象に実施した。東北大学大学院医学系研究科倫理審査委員会の審議を経て、承認を得た後、生命倫理と安全対策に十分配慮しながらデータ解析を行った（倫理審査番号：2016-1-118）。

### 1.2 測定期間

2014年9月～2016年8月とし、質問紙法を用いた主要5因子性格検査および、採便を実施した。採便期間は、2014年11月～2015年2月、2015年11月～2016年2月の各4ヶ月を設定した。

### 1.3 測定項目

#### 1.3.1 採便と腸内細菌叢の分析

被験者の主観的な体調を評価指標として、普段のコンディション時（通常時）とコンディションが悪い時期（不調時）の2条件において、採便を行った。被験者が明らかに風邪に罹患している場合、胃腸炎などを除いた場合の主観的コンディションを指標に採便を実施した。採取した便検体は、テクノスルガ・ラボに郵送し、T-RFLP法を用いた腸内細菌叢の分類解析を依頼した。

#### 1.3.2 主要5因子性格検査

村上らが考案した70項目から成る主要5因子性格検査（外向性・協調性・勤勉性・情緒安定性・知性）のうち、情緒安定性尺度を用いて評価した<sup>7)</sup>。

対象者である選手の性格を検査するにあたり、この検査は70項目の質問項目に対して「はい：○」「いいえ：×」のいずれかで回答する形式である。

### 1.3.3 パフォーマンスの安定性

各被験者の競技記録を中心に、競技会の記録および、日常の練習時の記録により、指導者の視点から選手に対するパフォーマンスの安定性を「不安定：0」～「安定：10」までの10段階スケールにて評価した値を用いた。

### 1.4 統計解析

項目は、T-RFLP法にて解析した腸内細菌分類、主要5因子性格検査の情緒安定性尺度、競技記録および練習時から評価されたパフォーマンスの安定性を用いた。情緒安定性尺度の高い選手（高値群）と低い選手（低値群）にわけて、パフォーマンスの安定性および、腸内細菌叢の分類変化を比較した。

結果はすべて平均値と標準誤差で示した。情緒安定性と指導者の視点から点数化した競技パフォーマンスの安定性は、相関分析を用いて解析した。相関係数の検定はピアソンの相関係数検定法を用いた。情緒安定性の低群と高群における腸内細菌叢の構成成分の差異は、ANOVAを用いて解析し、グループ間の比較は、Post-hoc testとしてScheffeの方法を適用した。

## 2. 研究結果

### 2.1 被験者の身体特性と競技記録

被験者の年齢、身長、体重、競技記録は、41名の平均値として表1に示した。年齢は19.9±3.0歳、身長は171.6±5.0cm、体重は58.1±2.6kg、5000mの競技記録は15'31"±31"であった。

表1 被験者の身体特性と競技記録

年齢 (歳)	19.9±3.0 歳 (18-22 歳)
身長 (cm)	171.6±5.0cm (164.0-181.0 cm)
体重 (kg)	58.1±2.6kg (53.0-63.0 kg)
競技記録 (5000m タイム)	15' 31"±31" (14' 23"-16' 41")

### 2.2 情緒安定性尺度とパフォーマンスの安定性

主要5因子性格検査における情緒安定性尺度とパフォーマンスの関連を図1に示した。情緒安定性とパフォーマンスの安定性に有意な相関関係が示された( $r=0.621, p<0.05$ )。これらのことから、情緒安定性尺度が高い選手ほど、パフォーマンス安定性が高いことが示唆された。

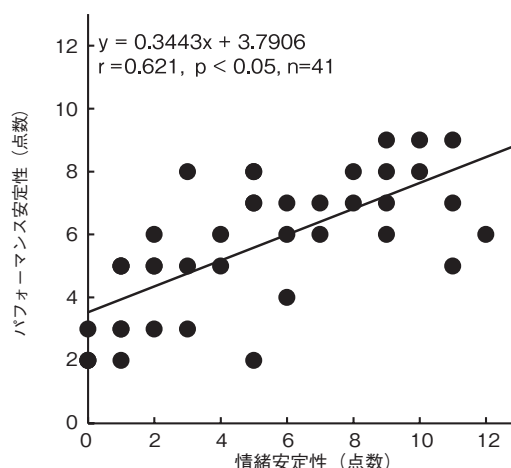


図1 主要5因子性格検査における情緒安定性尺度とパフォーマンスの安定性の関係

### 2.3 情緒安定性低値群と高値群における主観的コンディションと腸内細菌群の変化

情緒安定性尺度が6以下の群を低値群とし、7以上の群を高値群とし、群分けされた人数と割合を表2に示した。情緒安定性尺度が6以下の選手は27名(65.9%)、7以上の群は14名(34.1%)であり、低値群がおよそ30%高い比率を示した。

情緒安定性尺度低値群と高値群の2群において、主観的コンディションの通常時と不調時のT-RFLP解析を用いて解析した腸内細菌群の差異を比較した(図2)。ビフィズス菌、乳酸菌、一

表2 情緒安定性の低値群と高値群の割合

	n	%
情緒安定性 (6以下) : 低値群	27	65.9
情緒安定性 (7以上) : 高値群	14	34.1
	41	100

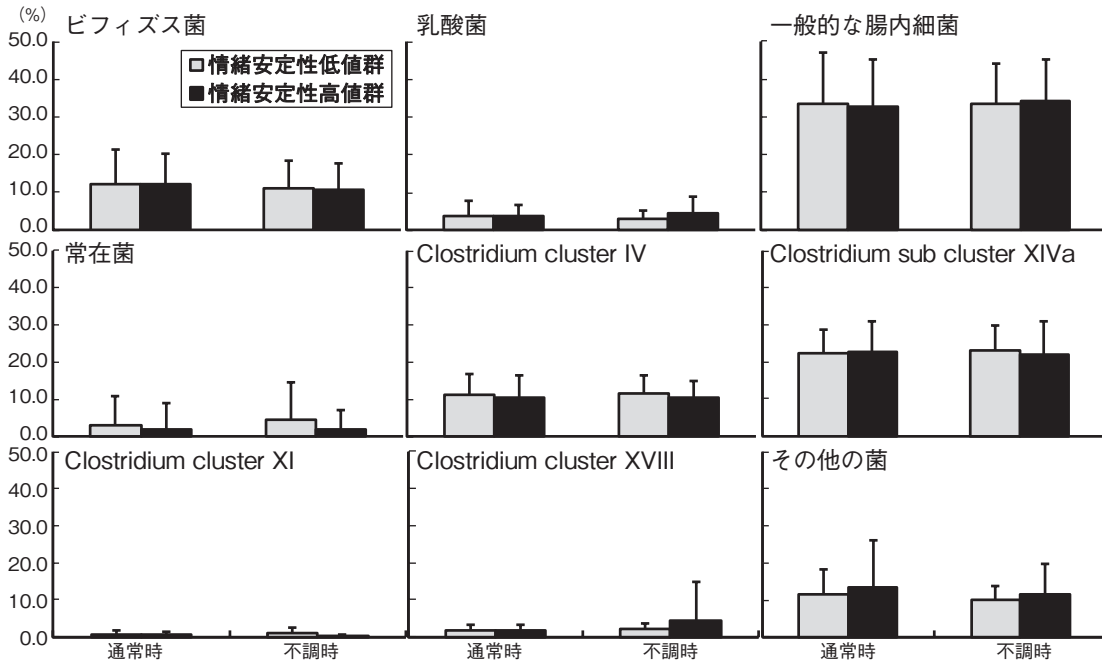


図2 情緒安定性低値群および高値群における通常コンディション時および不調時の腸内細菌群の変化の比較  
(情緒安定性低値群 :n=27, 情緒安定性高値群 :n=14, 各群 : n.s)

一般的な腸内細菌, 常在菌, Clostridium cluster IV, Clostridium cluster XIVa, Clostridium cluster XI, Clostridium cluster XVIII, その他の菌を比較したところ, 情緒安定性低値群および高値群に有意差は認められなかった. さらに, 情緒安定性低値群と高値群における通常時と不調時の腸内細菌群の比率における変化量を比較した(図3). 各腸内細菌群の変化量においても有意差は認められなかった.

### 3. 考察

本研究は, 大学男子長距離選手を対象に, 情緒安定性と競技パフォーマンスの安定性との関係を調べた. 情緒安定性が高い選手は, 合宿遠征時や試合前におけるストレス時の腸内細菌叢の構成変化が少ない可能性を予測し, コンディション変化に伴う腸内細菌叢変化を調べ, 現場指導やコンディショニングに活用できる基礎資料にすること

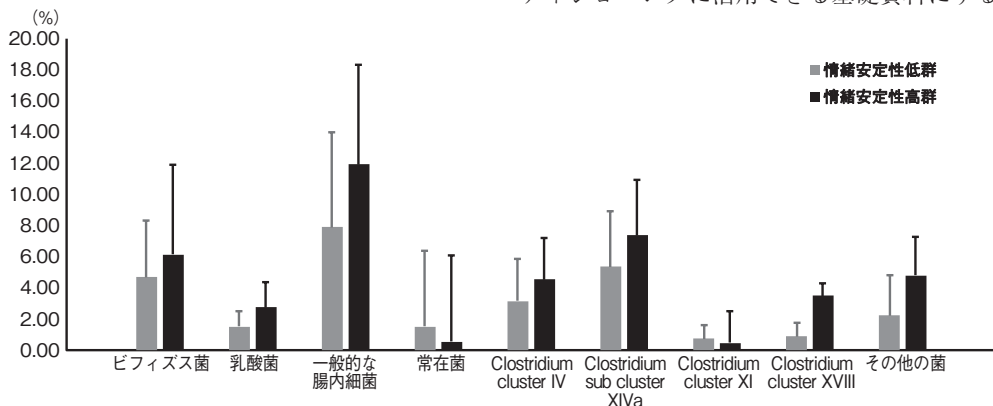


図3 情緒安定性, 低値群(6以下)および高値群(7以上)における腸内細菌群の変化量比較  
T-RFLP法における腸内細菌の分類解析における比率の変化分(通常時と不調時)を示す

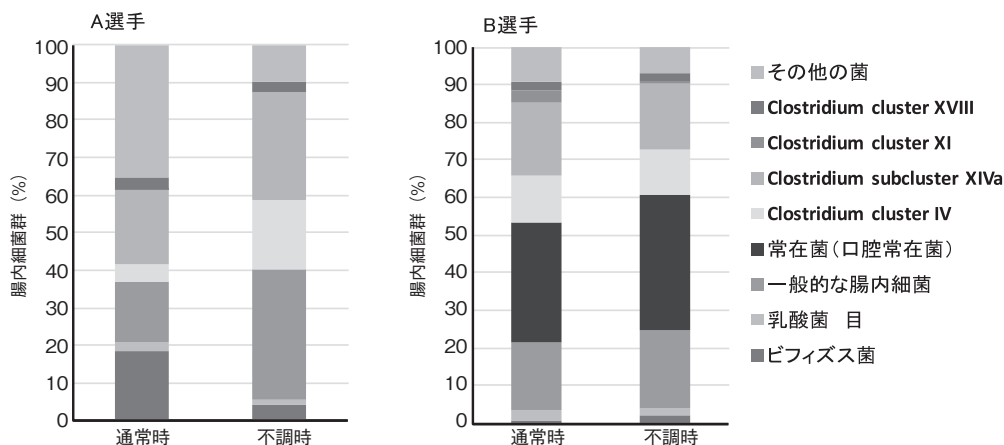


図4 通常時と不調時の腸内細菌群 (T-RFLP法における分類解析) の変化 (A, B: 2名の例)  
腸内細菌群は個体間で特徴が異なり, 通常コンディションの時と不調時においても個人差が大きい

を目的とした。

競技パフォーマンスの安定性が高い選手は、主要5因子性格検査の情緒安定性尺度との相関関係も高く、仮説と一致する結果が得られた (図1)。この結果は、これまでの現場指導者による経験的知見を実証した基礎資料になると考えられる。選手個々の「性質・性格」を変えることは困難かもしれないが、各選手の自己管理能力の育成などの教育的な側面から、パフォーマンス向上のため心身のコンディション維持・対処策として現場還元への可能性が期待される。

情緒安定性とパフォーマンスの安定性に関連がみられたことから、情緒安定性尺度の低値群と高値群の2群に分け、選手の主観的コンディションの通常時と不調時における腸内細菌群の構成が変化するかを調べた (図2)。通常時と不調時のコンディション変化による各細菌群 (ビフィズス菌, 乳酸菌, 一般的な腸内細菌, 常在菌, Clostridium cluster IV, Clostridium subcluster XIVa, Clostridium cluster XI, Clostridium cluster XVIII, その他の菌) に有意差はみられなかった。同様に、各選手の通常時と不調時の腸内細菌群の変化量の平均値で比較した場合においても有意差はみられなかった (図3)。

これらの結果の裏付けとしては、被験者の腸内細菌叢には個人差が大きいことが考えられる。通常時と不調時の腸内細菌群の分類変化について、2名の選手 (A, B) の例を図4に示した。A選手は、コンディション通常時には、ビフィズス菌, その他の菌が多いが、不調時には、これらの菌群が減少する傾向であった。しかし、B選手においては、通常時も不調時も大きく変化しないことが示された。また、A選手には常在菌は存在しないが、B選手は常在菌がみられた。このように、腸内細菌群の比率は、個体間で特徴が非常に異なり、また、通常時と不調時における変化量も個人差が大きいことが示唆された。このことから、選手個別の腸内細菌の変化でコンディションの善し悪しを把握することが必要になると考えられる。

本研究では、腸内細菌叢の種類に対する比率を調べたが、今後は分類の詳細を分析し、コンディション管理に役立てていくことが必要であると思われる。長距離・マラソン選手を対象にした高所トレーニングにおける腸内細菌叢の変化を調査した報告では、合宿の際の食事やトレーニングは同じであっても、外環境変化など、何らかのストレスによって腸内環境が変わりやすい選手と安定している選手が存在することが示されている<sup>6)</sup>。外

環境変化やストレスなどで何らかの変化が生じた場合においても、自身の本来の腸内環境を維持できること、腸内細菌叢のバランスを維持できることがコンディション維持・悪化予防につながる可能性があることを考察している<sup>6)</sup>。このように、情緒安定性とパフォーマンスの安定性には、ストレスにおける適応能力や耐性も関与している可能性は否めない。

高タンパクの食事を必要とするラグビー選手を対象にした調査によると、細菌の多様性が高く、炎症関連物質が低いことが示されている<sup>8)</sup>。このことは、ラグビーはボディコンタクトや外傷が多いことから、感染などの防御に対する準備として、多様性に富んだ腸内細菌叢を維持していると考えられている。このように、スポーツ選手のコンディションやパフォーマンスと腸内細菌の直接的な関係は、将来的に、スポーツ現場のコンディショニングに活用されることが期待される。また、腸内細菌は多様性があるほど良いと考えられており、炎症性腸疾患、肥満などの生活習慣病では、細菌の多様性に乏しいことが報告されている<sup>9)</sup>。また、自閉症スペクトラム、発達障害などにおいても、*Clostridium cluster* や *Bacteroides* などの腸内細菌の割合が高く、*Bifidobacterium* が低いことが示されている<sup>10)</sup>。これらの報告からも、腸内細菌は、運動・スポーツによる身体的な適応によって変化するだけでなく、心身との関連が深いことが考えられる。

本研究では、「アスリートの競技パフォーマンスは、情緒安定性と腸内細菌の構成変化と相関する」という仮説を軸にし、情緒安定性が低い選手、高い選手の腸内細菌の構成変化を比較し、競技パフォーマンスの安定性に関連している可能性を調べてきたが、腸内細菌群の比率変化のみでは、差異を明らかにすることは困難であった。

今後は、競技選手の腸内細菌の種類と多様な役割について、ストレス感受性を含め、各選手への

オーダーメイド的な対処が可能にできるような調査を進めていきたい。また、情緒安定性とパフォーマンスの安定性の関連みられたことから、心身のコンディション管理や競技パフォーマンスの極端な低下の改善策、自己管理力の育成などの教育的側面を踏まえた基礎資料として、競技力向上の一助になることを期待している。

#### 4. 結 論

本研究では、陸上長距離選手を対象に、主要5因子性格検査による情緒安定性と競技パフォーマンスとの関連、主観的コンディションの「通常時」と「不調時」における腸内細菌群の比率変化について調べた。各選手の情緒安定性とパフォーマンスの安定性に有意な相関関係が認められた。しかしながら、情緒安定性が高い選手と低い選手における、主観的コンディションの「通常時」と「不調時」の腸内細菌群の変化量は、両群において有意な差異は認められなかった。腸内細菌叢は個人において、特徴が異なるため、今後はマイクロバイーム解析などを用いた腸内細菌の種類・多様性と心身のコンディションとの関連性について調査し、個人の特徴を理解していく必要があると考えられる。

#### 謝 辞

本研究を進めるにあたり、ご協力頂いた立命館大学陸上競技部、近畿大学陸上競技部の選手のみならず、また、現場的視点より多大なアドバイスを頂いた三重大学教授・杉田正明氏、立命館大学教授・田畑泉氏、腸内細菌叢の解析についてご教授頂いた東北大学教授・福土審氏、永富良一氏に感謝申し上げます。

最後に、本研究を進めるにあたり、助成を頂いた公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に心から感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) Sullivan S.N., Wong C., Runners' diarrhea. Different patterns and associated factors. *J. Clin. Gastroenterol.*, **14**:101-4(1992)
- 2) Halvorsen F.A., Lyng J., Ritland S., Gastrointestinal bleeding in marathon runners. *Scand. J. Gastroenterol.*, **21**:493-7(1986)
- 3) Simons S.M., Kennedy R.G., Gastrointestinal problems in runners. *Curr. Sports Med. Rep.*, **3**:112-6(2004)
- 4) Bounous G., McArdle A.H., Marathon runners: the intestinal handicap. *Med. Hypotheses.*, **33**:261-4(1990)
- 5) McMahon L.F., Jr., Ryan M.J., Larson D., et al. Occult gastrointestinal blood loss in marathon runners. *Ann. Intern. Med.*, **100**:846-7(1984)
- 6) 松生香里, 岡崎和伸, 杉田正明. 長距離・マラソン選手の腸内環境とコンディションの関連－意識調査と外環境の変化に伴う影響について－. 陸上競技研究紀要, **10**:140-5(2015)
- 7) 村上宣寛, 村上千恵子. 主要 5因子性格検査の尺度構成. 性格心理学研究, **6**:29-39(1997)
- 8) Clarke S.F., Murphy E.F., O'Sullivan O., et al. Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut*, **63**:1913-20(2014)
- 9) Le Chatelier E., Nielsen T., Qin J., et al. Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers. *Nature*, **500**:541-6(2013)
- 10) Finegold S.M., Dowd S.E., Gontcharova V., et al. Pyrosequencing study of fecal microflora of autistic and control children. *Anaerobe*, **16**:444-53(2010)