

土グラウンドおよび天然芝グラウンドにおける 運動による心理的・生理的变化の比較

新井健一*, 松橋明宏**, 難波謙二***
朝野 聡****, 弓桁亮介*****, 堀川浩之*****

A Comparison of Psychological and Physiological Changes Caused by Exercises on Soil Grounds and Those Caused by Natural Turf Grounds

*Ken-ichi ARAI**, *Akihiro MATSUHASHI***, *Kenji NAMBA****
*Satoshi ASANO*****, *Ryosuke YUMIGETA****** and *Hiroyuki HORIKAWA******

The purpose of this study was to compare psychological and physiological changes caused by exercises on the natural turf ground with those caused on the soil ground. The subjects were 12 male college students. The Profile of Mood States (POMS) was used to evaluate their psychological changes, while the degree of salivary amylase activation and that of muscle hardness were used to evaluate their physiological changes. The tension, depression, anger and confusion scores on the POMS were significantly decreased after exercises on the soil ground. The confusion scores on the POMS before exercises on the soil ground were significantly higher than those on the natural turf ground. The degree of salivary amylase activation was significantly increased after exercises on the soil ground. The degree of muscle hardness after exercises on the soil ground was significantly higher than that on the natural turf ground. These results suggest that exercises on natural turf grounds cause larger psychological stress before we actually exercise than those on soil grounds, and that they cause larger physiological stress after we exercise.

Keywords: POMS, Salivary Amylase Activity, Muscle Hardness, A Soil Ground, A Natural Turf Ground

1. はじめに

日本の学校では、これまで維持管理が容易なことから土の校庭が多かった。しかし校庭を芝生化することに

よって環境への効果、健康への効果や地域社会への効果が期待されている¹⁾。環境への効果として砂塵の飛散防止や気温調節がある。梅田ら²⁾は校庭の芝生化が、校舎および校庭の暑熱環境に及ぼす影響について検討し、土のグラウンドと比較して天然芝（以下、芝）のグラウンド

*日本大学生産工学部教養・基礎科学系助教

**日本大学短期大学部生物資源学科専任講師

***日本大学生物資源科学部一般教養教授

****杏林大学保健学部准教授

*****昭和大学富士吉田教育部専任講師

*****昭和大学富士吉田教育部教授

は2°C程度気温が低くなることを指摘している。また健康への効果について、福岡市内の小学校で校庭芝生化された前後での児童の傷害記録を検討すると、芝生化後傷害の発生件数が減少している(堀川, 未発表資料)。また子どもの社会性の発達やコミュニケーションの発達に寄与すると指摘されている³⁾。これらのことから校庭芝生化の動きが2000年頃から全国各地で起こっている。校庭が芝生化されている小・中・高等学校は、2012年時点で2200校ほどであり、整備率は6.3%で、2003年と比較すると校数はほぼ倍増している⁴⁾。その中でも東京都⁴⁾は校庭の芝生化が進められており、その動きは他の自治体⁵⁾にも広がっており、今後校庭芝生化が進むと考えられる。しかし校庭の芝生化が子どもに及ぼす影響について実証した研究は、ほとんど見られない。また、日本におけるスポーツサーフェイスの現状を見てみると、Jリーグやラグビートップリーグなどでは試合はもちろん、練習も芝で練習することが一般的である。しかし高校以下のレベルでは屋外球技スポーツの練習は、土のグラウンドで練習が行われることが一般的であろう。

グラウンドサーフェイスがスポーツ障害に及ぼす影響についてみると、異なるグラウンドサーフェイス間で検討されている⁶⁻¹¹⁾。例えば芝が中心のクロスカントリーコースはロードコースと比較して、ランニングにおける地面からの衝撃が小さく、芝には緩衝作用があり下腿の疲労を軽減していると報告されている⁹⁾。またサッカーやアメリカンフットボール競技においては芝と比較して人工芝ではスポーツ障害の発生率が高くなるとの報告^{7,9,10)}が見られ、芝グラウンドが他のグラウンドサーフェイスと比較して、芝の緩衝作用によってスポーツ障害の発生率が低いことが示されている。スポーツサーフェイスに関連した研究は障害やバイオメカニクスの観点から検討されてきたが、心理的ストレスについて検討したものはほとんど見られない。

また芝環境が人に与える心理的および生理的影響について岩崎¹²⁾は、都市公園内の芝地が被検者の血圧を下げるとともに、印象評価で芝地は「休息」の場所として評価されたことを報告している。また高柳¹³⁾は都心の駅前広場で、樹木と芝のある緑陰環境とテント内環境における生理的・心理的影響を調査し、緑陰環境において唾液コルチゾールが有意に低く、Profile of Mood State (POMS) テストにおいて怒り-敵意尺度で有意に低下したと報告している。これらのことから芝が精神的ストレスも軽減させると考えられる。ここで用いられているPOMSテストは15歳以上を対象としている。

これらのことから本研究では大学生を対象として、土および芝のグラウンドで運動を行った時の、生理的・心理的变化を比較することを目的とした。

2. 方法

2.1 被検者

対象は健康で運動習慣をもたない男子大学1, 2年生12名(19.1±0.8歳)で、身体的特徴は身長が170.3±4.3cm, 体重が61.1±5.7kgであった。なお被検者には測定前に本研究の目的・方法およびリスクについて十分説明し、文書による同意を得た。

2.2 測定項目

2.2.1 心理学的指標

心理テストとしてPOMSテストを用い、緊張-不安(T-A)、抑うつ-落ち込み(D)、怒り-敵意(A-H)、活気(V)、疲労(F)、混乱(C)の6つの尺度スコアを土および芝グラウンドでの運動前後で測定した。POMSテストは対象者の一時的な条件の変化による気分の状態を測定するものである¹³⁾。

2.2.2 生理学的指標

唾液アミラーゼは唾液アミラーゼモニタ(cocorometer, ニプロ社製)を用いて測定した。唾液採取に先立ちミネラルウォーター約30ccで3度うがいを行った後、舌下に唾液採取キットを30秒挿入し分析に用いた。唾液アミラーゼは種々のストレスによる交感神経系の興奮によって唾液腺からの分泌が高まることが知られている¹⁴⁾。

筋硬度は腓腹筋を対象として、筋硬度計(NEUTON TDM-Z1, トライオール社製)を用いて測定した。測定部位は膝裏と踵を結んだ中点とし、マジックで印をつけ同じ場所を測定した。筋硬度の測定時には3回測定し、それらを平均した値を測定値とした。唾液アミラーゼおよび筋硬度は土および芝グラウンドでの運動前後で測定した。筋硬度は筋疲労を評価する指標としてスポーツ指導やリハビリ現場で活用されており、筋疲労によって値は上昇する¹⁵⁾。

2.3 運動

運動の内容は表1に示したとおりである。ウォーミングアップとしてジョギングとストレッチを行った後、ミニサッカーを10分間の休憩をはさんで10分間ハーフで行った。そののち運動間を60秒間のジョギングでつなぐサーキットトレーニングを3セット行い、クーリングダウンとしてジョギングと体操を行って終了した。運動は初日が土グラウンド、2日目が芝グラウンドで行い、二日間とも開始時間、内容、順序を変えずに行った。いずれも検者が立ち会い被検者に声をかけるなどして1日目と2日目の運動強度に差が出ないように注意した。グラウンドはそれぞれ全ての測定をおこなった宿舎に隣接しており、被検者は徒歩で移動した。測定日時は2012年8月27日および28日であり、いずれも晴天で

表1 測定プロトコルおよび運動内容

時間	内容	
11:30	昼食	
13:30	アミラーゼ測定	
13:40	POMS 記入	
14:00	運動開始	
	ジョギング	10分
	ストレッチング	15分
	ミニサッカー	10分
	休憩	10分
	ミニサッカー	10分
	サーキット トレーニング	①仰臥位で長座から足上げ ②腹臥位で両手足上げ ③腕立て伏せから片足上げ ④スクワット ⑤スプリント ⑥バーピー ⑦肘をついて腕立て伏せ姿勢保持 ⑧膝立ちから上体を後方反り (各15秒)×3セット
	ジョギング	5分
	体操	5分
15:35	運動終了	
15:40	アミラーゼ測定	
15:50	POMS 記入	

あった。

2.4 統計分析

全ての測定項目は、運動前後の同じグラウンドサーフェイスでの測定値および運動前と運動後の異なるグラウンドサーフェイスでの測定値をそれぞれ対応のある t-test を用いて有意差の検定を行い、有意水準 5% 以下を有意差ありと評価した。

表2 土および芝グラウンドでの運動前後の POMS スコア

	土グラウンド		芝グラウンド	
	運動前	運動後	運動前	運動後
緊張-不安 (T-A)	16.0± 7.2	11.7± 5.9*	11.4± 7.2	12.1± 5.7
抑うつ-落ち込み (D)	20.4±10.0	13.4±12.0**	15.3±15.6	11.9±12.5
怒り-敵意 (A-H)	15.8± 7.4	11.8± 7.7**	12.3±12.8	12.9± 9.5
活気 (V)	16.9± 6.5	17.3± 9.8	16.6± 9.2	18.4± 8.5
疲労 (F)	13.0± 6.4	13.8± 9.4	13.2± 8.6	13.9± 8.8
混乱 (C)	13.2± 3.6§	10.2± 4.5***	9.2± 4.8	9.8± 4.7

* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001, § : p<0.05 (対芝生)

平均値±標準偏差

3. 結果

表2に運動前後の POMS テストの結果を示している。土グラウンドでは運動後に緊張-不安尺度、抑うつ-落ち込み尺度、怒り-敵意尺度および混乱尺度が有意に低下した。一方、芝グラウンドではいずれの尺度においても運動前後に変化は認められなかった。また運動前のスコアについて土グラウンドと芝グラウンドの値を比較すると、混乱尺度スコアが土グラウンドで有意に高い値を示した。

運動前後の唾液アミラーゼの値を表3に示した。土グラウンドでは唾液アミラーゼの値が運動後に上昇する傾向が見られたが有意な変化ではなかった。芝グラウンドにおいても運動前後に有意な変化は認められなかった。

表4に運動による筋硬度の変化を示した。土および芝グラウンドとともに運動前後で筋硬度の有意な変化は認められなかった。しかし運動後の土グラウンドにおける筋硬度値は、芝グラウンドでの筋硬度値と比較して有意に高い値を示した。

表3 土および芝グラウンドでの運動前後の唾液アミラーゼ値 (U/ml)

土グラウンド		芝グラウンド	
運動前	運動後	運動前	運動後
22.6±16.1	47.3±36.8	34.1±29.0	20.6±20.7

平均値±標準偏差

表4 土および芝グラウンドでの運動前後の筋硬度値 (任意単位)

土グラウンド		芝グラウンド	
運動前	運動後	運動前	運動後
23.6±10.0	27.7±6.8*	17.9±6.3	16.4±4.4

p<0.05 (対芝)

平均値±標準偏差

4. 考察

男子アスリートを対象として、一過性の運動を行った場合の POMS テストの変化は、運動後に心理的疲労が出現することが明らかとなっている^{16,17)}。一方山本ら¹⁸⁾は、女子長距離選手を対象として練習前後の POMS テストの変化について報告している。その報告によると6つの尺度のうち活気尺度を除く5つの尺度でスコアが有意に低下しており、一過性の運動に対する反応が異なることを示唆している。後者の被検者では練習による心理的疲労より、練習を開始することに対する不安感や緊張感が精神ストレスとして現れたためであろうとしている。本研究の被検者は、活気尺度および疲労尺度を除く4つの尺度でスコアが有意に低下するとともに、土グラウンドでの運動前の混乱尺度スコアが、芝グラウンドと比較して有意に高い値を示している。土と芝を比較した意識調査では、芝の方が美しい、快適、痛くない¹⁹⁾あるいはきれいな、やさしい、安全な²⁰⁾といったイメージが持たれている。また田邊ら²¹⁾は土校庭の小学校と天然芝生校庭の小学校とで子どもたちの遊びについて比較検討し、天然芝生校庭の方が接地度合いが高い「ころがる」といった動作が多いことを指摘しており、この理由としてケガの可能性が低く、衣服の汚れを気にしないためとしている。今回の運動のうちサーキットトレーニングにはグラウンドで仰臥位や腹臥位になる種目が含まれており、土グラウンドでは衣服や身体が土で汚れることが予想され、運動開始前に被検者は、不安感や嫌悪感をいだき精神的にネガティブな状況になっていた可能性が考えられた。

唾液アミラーゼ活性について飛驒²²⁾は、運動後の主観的な疲労度と関連していると報告している。中野ら²³⁾も長距離選手を対象として1日の主観的疲労感と唾液アミラーゼ値が関連する可能性を示唆している。一方、岡本ら²⁴⁾は運動課題によって活気尺度の有意な低下を認めしたが、唾液アミラーゼ値に有意な変化を認めていない。また川島ら²⁵⁾は運動前後の POMS テストの変化と唾液アミラーゼ活性について報告しており、運動後の POMS テストの結果は一定の変化を示さず、アミラーゼ値もやや高くなる傾向があったものの有意な変化ではなかったとしている。また辻ら²⁶⁾は鏡映描写課題における POMS テスト結果のうち、怒り-敵意尺度のみが唾液アミラーゼ活性の変化と関連していると報告している。これらのことから、POMS テスト結果と主観的ストレスとの関連については、不明確であると思われる。また飛驒ら²²⁾の被検者は高齢者で唾液アミラーゼ値は運動後に 159 ± 46.0 U/ml の値を、中野ら²³⁾の被検者はアスリートで体調が良好と答えた時にも 62.3 U/ml の値を示している。本研

究の被検者は一般大学生で運動後の値は 47.3 ± 36.8 U/ml であり、これらの被検者と比較して唾液アミラーゼ値が低く、運動強度がこれらの先行研究と比較して低かったため、POMS と唾液アミラーゼ値の動向が一致しなかった理由の一つかもしれない。

急性の運動刺激によって筋硬度が上昇することは、これまで指摘されている^{15,27,28)}。本研究においても土のグラウンドでの運動後の筋硬度は、有意な差は認められなかったものの運動前より上昇する傾向を見せ、芝生での運動後の筋硬度と比較すると有意に高い値を示した。すなわち土グラウンドでの運動が芝生グラウンドでの運動と比較して筋肉にはストレスが大きいことが示唆された。車谷ら⁸⁾は、中長距離選手を対象として芝地のクロスカントリーコースとアスファルトのロードコースを走らせ、地面からの衝撃のピーク値はロード走行において有意に高いことを報告している。また芝と人工芝での同一速度でのランニングでは、人工芝でのランニングによって有意に心拍数が上がることが示されている²⁹⁾。これらの先行研究および本研究結果からも、天然芝グラウンドでの運動は、筋ストレス軽減が期待されるのに対して、土のグラウンドでは天然芝グラウンドよりも筋にストレスがかかることが考えられた。

5. まとめ

本研究は、健康な男子大学生を対象として、土と芝生のグラウンドでそれぞれ運動を行った際の生理的および心理的变化について、検討することを目的とした。POMS は心理的变化を評価するために用いられるとともに唾液アミラーゼと筋硬度が生理的变化を評価するために用いられた。

その結果、土グラウンドでの運動は芝生グラウンドでの運動と比較して、運動前に精神的ストレスを与えるとともに運動後に生理的ストレスをあたえることが示された。

本研究の被検者は一般大学生であり、現在芝生化が進んでいる学校は主に幼稚園、小学校であり芝生化が園児や児童に及ぼす影響について今後検討する必要性がある。

参考文献

- 1) 財団法人都市緑化機構, グランドカバー・ガーデニング共同研究会『知っておきたい校庭芝生化の Q&A』, 鹿島出版会, 2013 年, 21 ページ.
- 2) 梅田和彦, 深尾仁, 大黒雅之「芝生の校庭による校内の暑熱環境の緩和に関する CFD 解析による検討」, 『日本建築学会環境系論文集』608 巻, 日本建築

- 学会, 9~15 ページ.
- 3) 福田美紀, 鈴木直人「校庭の芝生化が社会性の発達に及ぼす影響」, 『発達研究』22 卷, 発達科学研究教育センター, 293~300 ページ.
 - 4) 東京都教育委員会「東京都教育委員会の重要な政策情報」2013 年 6 月 21 日発表, 東京都教育委員会 Homepage, (http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/pickup/seisaku_shibafu.htm) (参照 2013 年 11 月)
 - 5) 磐田市「グラウンドの芝生化」, 磐田市 Homepage, (<http://www.city.iwata.shizuoka.jp/shibafu/>) (参照 2013 年 11 月)
 - 6) 大畑光司, 市橋則明「スポーツ障害予防と着地サーフェイス」, 『体育の科学』56 卷, 杏林書院, 895~899 ページ.
 - 7) 安部総一郎「アメリカンフットボール試合見における外傷について—5 年間の検討—」, 『臨床スポーツ医学』15 卷, 文光堂, 202~206 ページ.
 - 8) 車谷洋, 村上恒二, 佐々木英夫, 大和弘治, 三宅勝次「路面状態の違いが下腿筋活動へ与える影響」, 『日本臨床スポーツ医学会誌』15 卷, 日本臨床スポーツ医学会, 96~101 ページ.
 - 9) 小暮巽「人工芝とスポーツ障害」, 『Jpn J Sports Sci.』6 卷, 日本バイオメカニクス学会, 568~573 ページ.
 - 10) 富士徳文, 吉村雅文「ロングパイル人工芝の評価に関する研究」『順天堂スポーツ健康科学研究』3 卷, 順天堂大学, 37~41 ページ.
 - 11) 藤高紘平, 大槻伸吾, 大久保衛, 橋本雅至, 山野仁志, 岸本恵一, 藤竹俊輔「グラウンドサーフェイスの変化が大学サッカー選手のスポーツ障害に及ぼす影響—土グランドとロングパイル人工芝との比較—」, 『日本臨床スポーツ医学会誌』18 卷, 日本臨床スポーツ医学会, 256~262 ページ.
 - 12) 岩崎寛, 山本聡, 石井麻有子, 渡邊幹夫「都市公園内の芝生地およびラベンダー畑が保有する生理・心理的效果に関する研究」, 『日本緑化工学会誌』33 卷, 日本緑化工学会, 116~121 ページ.
 - 13) 高柳和江「都市空間における緑陰効果—生理的, 心理的, 身体的分析—」, 『日本補完代替医療学会誌』5 卷, 日本補完代替医療学会, 145~152 ページ.
 - 14) 山口昌樹「唾液マーカーでストレスを測る」, 『日薬理誌』129 卷, 日本薬理学会, 80~84 ページ.
 - 15) 堀川浩之, 佐藤三千雄, 中野雅之, 松橋明宏, 佐藤孝雄, 松石純, 久光正「等尺性最大脚伸展動作が筋硬度に及ぼす影響」, 『臨床スポーツ医学』14 卷, 文光堂, 573~578 ページ.
 - 16) 梅田孝, 中路重之, 益子俊志, 檀上和真, 鈴木雅博, 菅原和夫「大学ラグビー選手の夏期合宿中の心理的, 精神的疲労の出現とその関連について」『弘前医学』54 卷, 弘前大学, 71~77 ページ.
 - 17) Mashiko T, Umeda T, Nakaji S, Sugawara K, “Position-related analysis of the appearance of and relationship between post-match physical and mental fatigue in university rugby football players,” *Br J Sports Med.* Vol. 38 (2004), pp.617~621.
 - 18) 山本博, 梅田孝, 水野増彦, 石井隆士, 千葉義信, 瀬尾京子, 小山内弘和, 椿原徹也, 徳田糸代, 宮澤真紀, 檀上和真, 中路重之「女子大学長距離陸上選手のオフシーズンの身体的・精神的コンディションの特性と運動の変化について—安静時および運動負荷後の包括的メディカルチェックの結果から—」, 『体力・栄養・免疫学雑誌』20 卷, 体力・栄養・免疫学会, 21~29 ページ.
 - 19) 橋田祥子, 藤崎健一郎, 加治屋亮一, 酒井孝司「市民の緑化意識に関するアンケート調査」, 『日本建築学会大会学術講演梗概集』2008 年 D-1 分冊, 日本建築学会, 1033~1034 ページ.
 - 20) 堀川浩之, 朝野聡, 弓桁亮介「校庭の芝生化に関する住民意識のイメージ分析」, 『昭和大学富士吉田教育部紀要』2 卷, 昭和大学富士吉田教育部, 79~85 ページ.
 - 21) 田邊祐介, 三島孔明, 藤井英二郎「校庭の芝生が児童の校庭の利用に及ぼす影響に関する研究」, 『日本造園学会誌』68 卷, 日本造園学会, 943~946 ページ.
 - 22) 飛驒浩一, 山本祐太, 岩竹晋也, 太田克矢, 永澤悦伸, 中畑千賀子, 喬炎, 野坂俊弥, 秋山知也, 那須裕「唾液由来の生化学的指標から見た高齢者の水中運動効果」, 『信州公衆衛生雑誌』4 卷, 信州大学, 52~53 ページ.
 - 23) 中野貴博, 鈴木岳「スポーツ選手における体調管理指標としての唾液中アミラーゼ活性値の可能性」, 『名古屋学院大学論集 人文・自然科学篇』46 卷, 名古屋学院大学, 45~54 ページ.
 - 24) 岡本まなみ, 田中聡, 和田隆広, 石井明「仮想環境による運動療法中の生体ストレス反応」, 『電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理』108 卷, 電子情報通信学会, 67~70 ページ.
 - 25) 川島聡子, 萩原久美子, 下永田修二, 野村純, 野崎とも子「運動前後の精神的変化とストレス応答物質の関連」, 『千葉大学教育学部研究紀要』54 卷, 千葉大学教育学部, 263~270 ページ.
 - 26) 辻弘美, 川上正浩「アミラーゼ活性に基づく簡易ストレス測定器を用いたストレス測定と主観的ストレス反応測定との関連性の検討」, 『大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要』6 卷, 大阪樟蔭女子大学, 63~73

ページ.

- 27) 松橋明宏, 佐藤孝雄, 石川慎一郎, 久光正「片足つま先立の方法によるヒラメ筋筋硬度上昇の差違」, 『昭和医学会雑誌』62 卷, 昭和大学医学会, 396~400 ページ.
- 28) 遠藤明, 加藤俊徳, 堀川浩之, 飯倉洋治「Shoulder width stance squat と wide stance squat による大腿筋への負荷の相違」, 『日本臨床スポーツ医学会誌』

12 卷, 日本臨床スポーツ医学会, 266~271 ページ.

- 29) Di Michele, Di Renzo AM, S. Ammazalorso, F. Merni, “Comparison of physiological responses to an incremental running test on treadmill, natural grass, and synthetic turf in young soccer players,” *J Strength Cond Res.*, Vol. 23 (2009), pp939-945.
(H 25.12.27 受理)