

【原著論文】

スポーツ競技施設の細菌の分離同定： II. 塩濃度と細菌叢に関する基礎的研究

柴田紘三郎¹⁾, 加藤 希²⁾, 長船哲齊^{2,4)}, 江原友子³⁾

¹⁾ 日本体育大学運動方法研究室, ²⁾ 日本体育大学自然科学研究室,

³⁾ 東京医科大学微生物学講座, ⁴⁾ 別府湾海洋生物研究所

Studies on the bacterial flora with changes in the concentration of salt

Kozaburo SHIBATA, Nozomi KATO, Tetsuaki OSAFUNE and Tomoko EHARA

Abstract: We have performed detailed surveys of the isolation, identification of bacteria attached to educational workplace facilities, sport equipment, sport protectors, and uniforms using rapid automatic bacterial identification systems. Sumo wrestling is a vigorous contact sport using the entire body on the Dohyo, and Sumo wrestlers wear only "Mawashi". Therefore, injuries and disorders tend to occur in Sumo wrestlers. For safety in sport activities, we consider it important to clarify bacterial flora derived from the Dohyo as sport facilities and take appropriate preventive measures when necessary. The purpose of this study was to clarify aerobic bacterial and anaerobic bacteria in Dohyo's soil using automatic bacterial identification systems on the Dohyo of an autumn season (called "Akibasyo") in Kokugikan. Anaerobic bacteria, such as two genera of *Clostridium* and *Fusobacterium*, were found, a possible source of serious infection. In addition, changes in bacterial flora with changes in the concentration of salt tossed on the Dohyo were investigated in Kokugikan.

(Received: July 2, 2010 Accepted August 3, 2010)

Key words: Sumo wrestler, Kokugikan, aerobic bacteria, anaerobic bacteria, salt concentration

キーワード：相撲, 国技館, 好気性菌, 嫌気性菌, 塩濃度

1. 序 論

体育大学教員は、スポーツ施設、環境、競技用の防具など、微生物による汚染状況を予め把握しておくことは、教育や防疫上から不可欠と思われる。すなわち、スポーツ競技中に仮に何らかの感染症などが発生した場合には、管理者は適切な防疫対策の策定の必要があり、そのためスポーツ施設などにおける微生物汚染の実態に関する知見などは、感染症に対する重要な指針になると考えられる¹⁾。

現在、われわれのグループはスポーツ競技施設の細菌叢の実態を明らかにするため、先端機器である迅速自動細菌同定装置 (VITEK および ATB Expression) を導入し、スポーツ施設、運動用具、防具やユニホーム等における細菌の分離同定を行ってきた²⁻⁷⁾。本研究は日本相撲協会の許可のもとに、東京両国、国技館土俵の土俵細菌についての限定された“秋場所”期間中の調査研究を行ったものである。相撲は、身体に“廻し”のみを付け、土俵上で全身を駆使して行う激しい格闘

技であるため、相撲力士には外傷や伝染性化膿疾患などが起こり易いことが報告されている⁸⁾。国技館の土俵土壌の微生物の分離や同定に関する研究については、1751年、相撲会所（現在の日本相撲協会）の創立より現在に至るまで、科学的な研究調査が行われたという報告はなく、われわれのグループが最初である⁹⁾。今回、相撲競技施設における細菌叢に関する基礎的データを収集することを目的として、国技館における“秋場所”の限定された期間中であるが好気性、嫌気性菌の同定、塩濃度の変化と細菌叢との関連性について調査したので報告する。

2. 実験方法

1) 土俵の試料採取

日本相撲協会の許可を得て、試料は東京都両国国技館の土俵土壌から採取した⁹⁾。好気性菌の土俵からの分離は、土俵の中央部表面の土壌から、無菌試験官を用いて約5g採取した。また、嫌気性菌の採取はステ

ンレスパイプを用いて土俵の表面、約 13 cm の深さの土壌を無菌試験官に採取し実験に供した。

2) 好気性菌の培養

採取した土壌は滅菌生理食塩水を用いて適切に希釈した。それらの菌液は普通寒天培地（栄研化学）に塗布し、次に恒温器（Yamato IC600）で 37°C、24 時間の培養を行った。その後、室温に 3 日間放置した。培地上に形成された各菌集落（コロニー）の個数をコロニーカウンターで計測した²⁾。

3) 嫌気性菌の培養

土俵の一定の深さより採取した土壌は直接コロンビア寒天培地（BECTON DICKINSON）に散布し、嫌気ジャー（BBL Gas Pak 100）を用いて、37°C、48 時間の嫌気培養を行った¹⁰⁾。次に、形成されたコロニーを分離し、同様にコロンビア寒天培地を用いて嫌気ジャーにより嫌氣的に純培養した。さらに偏性嫌気性菌のみを分離し、実験に供した。

4) 自動細菌同定装置による細菌同定

各々の試料は、グラム染色法で染色処理した後、光学顕微鏡（Nikon OPTIPHOT-2）を用いて細菌の形態観察およびグラム反応の判定を行った。グラム染色の反応結果に基づいて、好気性菌の同定用カード（VITEK および ATB）の種類を選択した。次に、各々の試料は迅速自動細菌同定装置で判定するため、生理食塩水で菌の個数を約 10^6 cells/ml 濃度に調整した。調整処理された各試料は同定用カードまたは ATB のプレートに菌液の充填を行った³⁾。菌液充填カードは VITEK AMS 迅速自動細菌同定装置（AutoMicrobic

System；日本ビオメリユー KK）にセットし、35°C、1 時間ごとに 660 nm の Light Emitting Diode で測定した後、コンピュータで処理した。一方、嫌気性菌の同定は同様の過程を経た後、嫌気性菌の同定カードを用いて処理、コンピュータによって自動的に嫌気性菌の同定が行われた。

5) 土壌の塩濃度の測定

土壌中の塩素イオン濃度の測定はモール法を用いて行った¹¹⁾。土壌は塩素イオン濃度測定用の試料液の調製を行って、0.02 N 硝酸銀溶液の力価を決定した。このときの滴定値 (χ ml) から、硝酸銀溶液の力価は 0.02 N 硝酸銀溶液の力価 $= 0.0355 \times 20 / \chi \times 0.02 = 0.0142 / \chi$ で試料液の塩素イオン濃度の測定、次いで土壌中の塩化ナトリウム濃度 (%) は $\{(0.0142 / \chi) \times y \times 1.65\} / 10 \times 100$ で算出した^{9,11)}。

6) 走査型電子顕微鏡観察

場所中の土俵より高頻度に分離された細菌は液体培養した後、走査型電子顕微鏡用の SEM pore (JEOL) の上に積載した^{1,2)}。次に、試料はグルタルアルデヒドおよび四酸化オスミウムで化学固定を行った。固定後、試料はエタノール系列で脱水し、酢酸イソアミル浸漬した後、臨界点乾燥してイオンビームスパッタコーティングにより回転傾斜、白金コーティングした。試料は、走査型電子顕微鏡 (JSM-6301F; JEOL) により、加速電圧 10 kV で観察し撮影した^{1,2)}。

3. 結 果

表 1 は国技館で行われた、“秋場所”中の 15 日間に分離同定された細菌を示している。すなわち、*Bacillus*

表 1 土壌の好気性菌

Bacteria	
<i>Bacillus cereus</i>	<i>Micrococcus roseus</i>
<i>Bacillus circulans</i>	<i>Moraxella osloensis</i>
<i>Bacillus firmus</i>	<i>Pasteurella multocida</i>
<i>Bacillus lentus</i>	<i>Sphingobacterium multivorum</i>
<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Sphingobacterium spiritivorum</i>
<i>Bacillus megaterium</i>	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>
<i>Bacillus pumilus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Bacillus sphaericus</i>	<i>Staphylococcus chromogenes</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Staphylococcus kloosii</i>
<i>Micrococcus luteus</i>	<i>Staphylococcus warneri</i>
<i>Micrococcus lylae</i>	<i>Staphylococcus xylosus</i>

好気性細菌は、7 属で 24 種が分離同定され、*Bacillus* 属は最も多く 10 種であった。

表2 土壌の偏性嫌気性菌

Bacteria	
<i>Clostridium acetobutylicum</i>	<i>Clostridium septicum</i>
<i>Clostridium bifermentans</i>	<i>Clostridium sporogenes</i>
<i>Clostridium cadaveris</i>	<i>Clostridium subterminale</i>
<i>Clostridium difficile</i>	<i>Clostridium tetani</i>
<i>Clostridium fallax</i>	<i>Fusobacterium necrophorum</i>
<i>Clostridium histolyticum</i>	<i>Fusobacterium nucleatum</i>

Clostridium 属, *Fusobacterium* 属の2属が分離同定された。土俵の表面から約13 cmの深さの土壌から採取した。

megaterium, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus circulans*, *Bacillus firmus*, *Bacillus lentus*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus licheniformis*, *Micrococcus lylae*, *Micrococcus luteus*, *Micrococcus roseus*, *Moraxella osloensis*, *Pasturella multocida*, *Sphingobacterium multivorum*, *Sphingobacterium spiritivorum*, *Sphingomonas paucimobilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus chromogenes*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus kloosii*, *Staphylococcus warneri* および *Staphylococcus xylosus* の7属で24菌種であった。

表2は土俵土壌に由来する偏性嫌気性菌を同定したものである。偏性嫌気性細菌は *Clostridium acetobutylicum*, *Clostridium bifermentans*, *Clostridium cadaveris*, *Clostridium difficile*, *Clostridium fallax*, *Clostridium histolyticum*, *Clostridium septicum*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium subterminale*, *Clostridium tetani*, *Fusobacterium necrophorum*, *Fusobacterium nucleatum*, *Clostridium* 属, *Fusobacterium* 属の2属, 12菌種が分離同定された。

図1は土俵土壌から得られた偏性嫌気性菌 *Clostridium tetani* の走査型電子顕微鏡像である。病原性細菌である *Clostridium tetani* に特有の芽胞(図1: 矢印)が菌体の先端に観察される。スケールは1μmを示す。

図2は非病原細菌の偏性嫌気性菌 *Clostridium subterminale* の走査型電子顕微鏡像である。

図3(上段)は国技館における“秋場所”期間中の塩濃度を経時的に調べた結果である。場所が開始される前の土壌中の塩含有量は0%を示した。そして、常在細菌の個数は約 10^5 cells/gであった。場所開始直後から塩濃度は上昇し、土壌の表面における塩濃度は35%前後に上昇した(図3: 上段)。下段は場所中の土壌中の細菌数を経時的に調べた結果である。すなわち、細菌数は場所開始4日前後、一時的な減少傾向が見られる。その後、細菌数は約 10^5 cells/gで、個数は場所前に近い値にもどることが分かった(下段)。

図4は場所開始15日の土俵土壌を採取、塩濃度を変

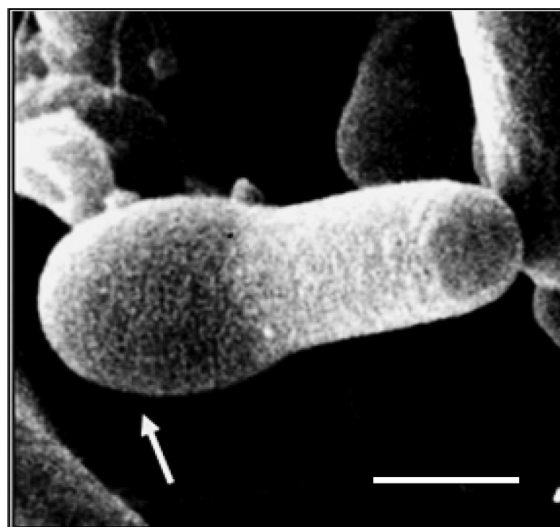


図1 偏性嫌気性菌 *Clostridium tetani* の走査型電子顕微鏡像。菌体は端立芽胞形態のため典型的な太鼓のバチ状の形態として観察できる(矢印)。土俵を直接コロニア寒天培地に接種し嫌気ジャーを用い37°C, 48時間嫌気培養した。スケール: 1μm。

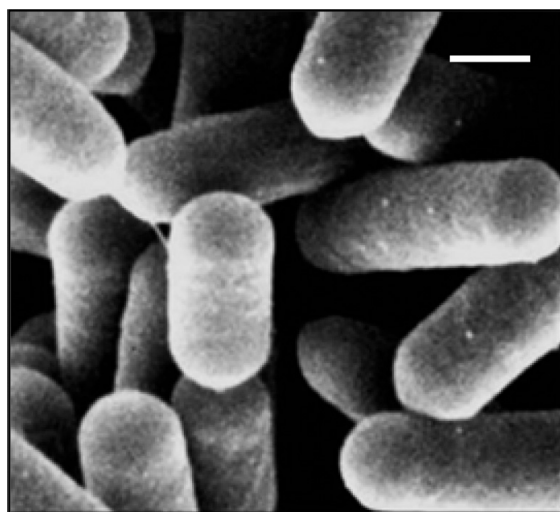


図2 偏性嫌気性菌 *Clostridium subterminale* の走査型電子顕微鏡像。*Clostridium subterminale* は芽胞を欠いている。スケール: 1μm。

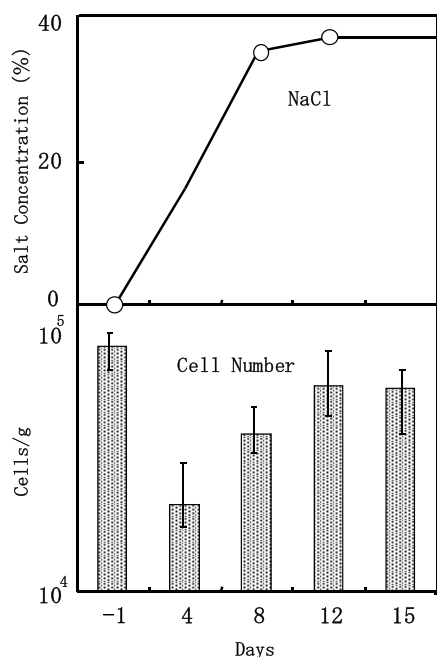


図3 土壌の塩濃度と好気性菌の個数の変化。塩濃度は取り組み8日目頃から約35%に増加する(上段)。秋場所4日目前後には、好気性菌の個数は一時的に減少するが、8日目前後から増加し一定数に留まる(下段)。-1 (Day) は場所の開始前を示す。

えた培地 (0.5%–15%) を用いて土壌細菌の分離、同定結果を示している。土俵由来のグラム陽性球菌 *Staphylococcus* 属は塩濃度15%で増殖している(図4)。土俵の塩濃度が高くなるとグラム陽性の球菌が大勢をしめることが分かった(図4)。

図5グラム陽性菌 *Staphylococcus aureus* と *Bacillus megaterium* を各塩濃度に調整した培地で培養した *in vitro* での結果を示している。*Staphylococcus aureus* の増殖は *in vitro* で塩濃度10%まで変化はみられなかった。一方、*Bacillus megaterium* は(図5:破線)塩が4%以上になると、増殖が阻害されることが分かった。

4. 考察

日和見感染では、健常者には病気を起こさないとされるが、抵抗力の弱ったヒトには感染することが報告されている^{12,13)}。このような現状から、われわれは日頃から生活環境や自然環境における細菌叢の実態を予め熟知することは教育上また防疫上、極めて重要であると考えている。すなわち、スポーツの指導教員や競技者が自らの職場環境や競技施設の汚染の実態を把握することは、単に学問的な知識としてだけではなく、競技を安全に行うための基礎知識として大切なことであろう。現在、国技館を含め相撲土俵土壌における細菌

Salt (%)	Bacteria	Salt (%)	Bacteria
0.5	<i>Bacillus cereus</i>	5	<i>Bacillus cereus</i>
	<i>Bacillus circulans</i>		<i>Bacillus firmus</i>
	<i>Bacillus firmus</i>		<i>Bacillus megaterium</i>
	<i>Bacillus lentus</i>		<i>Bacillus sphaericus</i>
	<i>Bacillus megaterium</i>		<i>Bacillus subtilis</i>
	<i>Bacillus pumilus</i>		<i>Staphylococcus epidermidis</i>
	<i>Bacillus sphaericus</i>		<i>Xanthomonas campestris</i>
	<i>Bacillus thuringiensis</i>		
	10	<i>Micrococcus lylae</i>	<i>Bacillus firmus</i>
		<i>Moraxella osloensis</i>	<i>Bacillus sphaericus</i>
		<i>Sphingobacterium multivorum</i>	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>
		<i>Sphingobacterium spiritivorum</i>	<i>Staphylococcus warneri</i>
		<i>Staphylococcus chromogenes</i>	<i>Staphylococcus xylosus</i>
		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	
15	<i>Staphylococcus kloosii</i>	<i>Staphylococcus kloosii</i>	
	<i>Staphylococcus warneri</i>	<i>Staphylococcus simulans</i>	
	<i>Staphylococcus xylosus</i>	<i>Staphylococcus xylosus</i>	

図4 塩濃度の変化と細菌増殖。“秋場所”期間中、15日目の土俵の土壌を各塩濃度の普通寒天培地で培養した結果である。各コロニーについて迅速自動細菌同定装置で同定を行った。

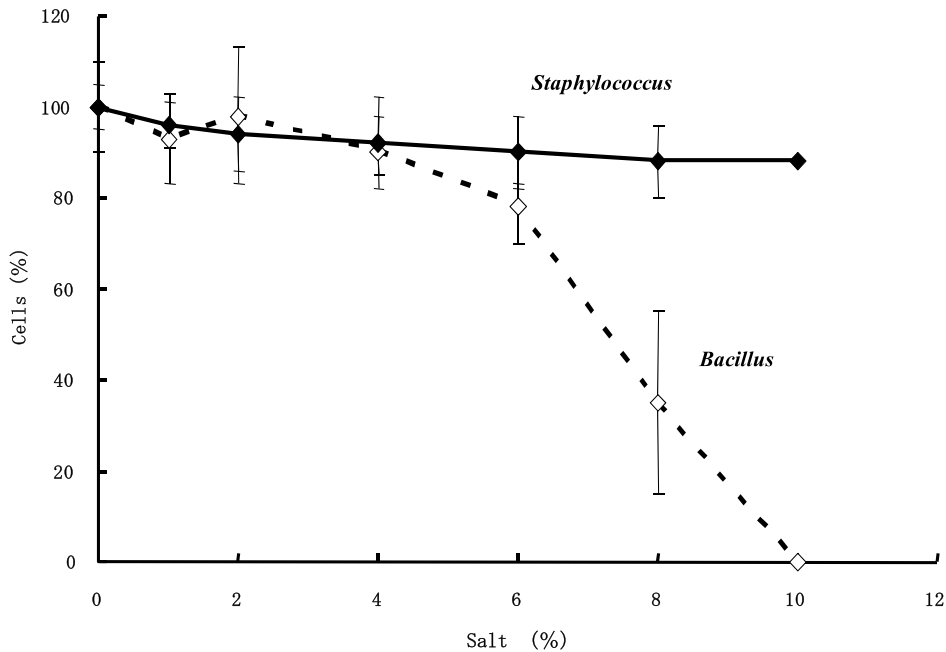


図5 塩濃度とグラム陽性菌の増殖。グラム陽性 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus megaterium* の2菌種を *in vitro* で塩濃度の変化と増殖について調べたものである。土俵に塩を撒くとグラム陽性菌群が増殖する (図4)。同時にグラム陽性桿菌と比較し、球菌の方が塩耐性であることが分かる。

叢を調査した論文は、われわれの研究室で発表された以外は極めて限定されている⁹⁾。

本研究は迅速自動細菌同定装置を応用し、限定された“秋場所”土俵土壌における好気性細菌および偏性嫌気性菌の細菌の分離同定を試みたもので、表1は“秋場所”の好気性細菌叢を示している。両国国技館の土俵の土壌は相撲の関係者によって取り組みごとに、土俵の中央部へ集められた後、均等に土俵表面に広げられ、土壌の表層は良く攪拌、好氣的に整地がされている。三星ら⁷⁾は、土俵土壌は攪拌、整地されているため、土俵の表面の細菌叢の均等化がみられることを報告している¹⁴⁾。今回は、このような研究結果を基に、試料は場所中を通して土俵中央部の土壌を採取し実験に供した。図1に示すように、細菌は7属で24種が分離同定された。そのうち、*Bacillus*属は最も多く10種分離され *Bacillus megaterium*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus circulans*, *Bacillus firmus*, *Bacillus lentus*, *Bacillus thuringiensis* および *Bacillus licheniformis* と同定された。高頻度に分離された *Bacillus* 属は *Bacillus megaterium* が20%であった。一方、三星らは土俵から年間を通して高頻度に分離される細菌は *Bacillus sphaericus* で17%と報告している⁷⁾。今回、分離同定された *Bacillus* 属は非病原性菌で耐久孢子を形成して自然界に広く分布し、過酷な環境下でも耐えることができるため消毒、乾燥や熱等に抵抗力が強いのが特徴である²⁾。したがっ

て、*Bacillus* 属が多く検出されたことは、この属の菌種が持っている特性を反映したものであろう。また、表1にみられるように、*Bacillus cereus* が分離同定された。*Bacillus cereus* はヒトに対して、時に敗血症、気管支肺炎、髄膜炎や全眼球炎などの日和見感染を起こすことがある¹²⁾。また、欧米では *Bacillus cereus* による下痢、腹痛や嘔吐を主症状とする食中毒の症例²⁰⁾が報告され、わが国でも同様に発生をみている。したがって、*Bacillus cereus* は食品衛生上、食中毒菌として重要視されている。

国技館土俵の嫌気性菌の採取には管状ステンレスパイプ⁹⁾を用いて土俵表面から約13 cmの深さに挿入し、土壌を採取した。表2は土俵土壌に由来する偏性嫌気性菌を同定したもので *Clostridium* 属、*Fusobacterium* 属の2属の存在が明らかになった。表2に示すように、土俵から病原性細菌である *Clostridium tetani*^{14,15)} が分離された。図1は土俵土壌から得られた *Clostridium tetani* の走査型電子顕微鏡像で *Clostridium tetani* 特有の芽胞 (図1の矢印) が菌体の先端に観察される^{10,17)}。すなわち、土俵より採取した土壌を直接コロンビア寒天培地に接種し、嫌気ジャー (BBL Gas Pak 100) に装填した後、37°C、48時間嫌気培養し菌の分離を行った⁹⁾。次に、コロンビア寒天培地で純培養を行った。*Clostridium tetani* の菌体は端立芽胞形態のため典型的な太鼓のバチ状の形態 (図1の矢印) として観察できる。図2は同じように培養した非病原性の *Clostridium*

subterminale を走査型電子顕微鏡で観察したものである。*Clostridium tetani* のような特有の芽胞の存在は見られない(図2)。*Clostridium perfringens* や *Clostridium fallax* の多くの *Clostridium* 属では芽胞を欠いている。さらには、菌体は培地上では他の嫌気性菌と比較し、スオーミングが迅速であった(データ不表示)。以上の結果から、形態学的知見と迅速自動細菌同定装置によるコンピュータ解析から、相撲土俵土壌には *Clostridium tetani* が存在することが分かった。*Clostridium tetani* は世界中の主として土壌中の深くに芽胞を形成し広く分布している。しかし、健常者は皮膚や粘膜に *Clostridium tetani* が附着しても感染症は発現しない¹⁴⁻¹⁶。すなわち、相撲土俵の土壌は人によって常に適切に管理され、土壌は取り組みごとに土俵の表面に広げられ整地されているため、*Clostridium tetani* は酸素の存在下の土俵表層では発育増殖する可能性はほとんどない^{14,15}。

図3は国技館における“秋場所”期間中の塩濃度と細菌数を経時的に調べた結果である。場所が開始される前の土壌中の塩含有量は0%を示し、常在細菌の個数は約 10^5 cells/g であった。図3上段では、場所開始直後から塩濃度は上昇し、土壌の表層面における塩濃度は35%前後であることが分かった。土俵の塩濃度の増加にともない、土壌中の細菌数は一時的な減少傾向が見られたが、その後の細菌数は約 10^5 cells/g と場所前の値に近く増加をすることが分かった(図3:下段)。すなわち、15日間で細菌叢の変化が起こり、高濃度の塩が存在しても土壌中の細菌数には極端な変化はみられない(下段)。図4は“秋場所”期間中、15日目の土俵の土壌を採取し、*in vitro* で各塩濃度に設定した普通寒天培地における細菌の増殖を調べた結果である。塩濃度が高くなると、グラム陽性球菌群が増殖し、桿菌は減少するため細菌叢に著しい変化が起こる。このように塩濃度が原因で起こる“菌交代”によって、“秋場所”土俵土壌の細菌群の個数は、ほぼ一定の値を保つことが分かった。図5は *in vitro* におけるグラム陽性の球菌 *Staphylococcus aureus* と桿菌 *Bacillus megaterium* の2菌種と塩濃度との相関を調べたものである。グラム陽性球菌 *Staphylococcus aureus* は塩に耐性を示した(図5)。土壌中の塩濃度の上昇にともなって増加するグラム陽性菌群は桿菌よりも球菌群が増加することが分かった(図4, 5)。

今後は迅速自動同定装置を利用し、各場所の塩濃度と細菌叢を詳細に解析することが重要と思われる。

5. 結 語

土俵土壌の好気性菌と偏性嫌気性菌を分離同定した。好気性菌は、*Bacillus megaterium* が全体の20%で、土俵では高頻度に分離される細菌であることが分かっ

た。偏性嫌気性菌は土俵表面から、約13cmの深さの土壌を採取し、嫌気ジャーにより嫌氣的に培養した。その結果、*Clostridium* と *Fusobacterium* の2属の存在が明らかになった。*Clostridium* 属の中では強力な病原性を有する *Clostridium tetani* が分離された。次に、場所中の塩濃度について経時的に測定した。秋場所開始直後から場所中を通じ塩濃度は増加し、それに伴って土壌中の細菌数は、4日目後に一時的な減少がみられたが再び増加することが分かった。すなわち、場所開始後はグラム陽性菌群の増加がみられた。また、グラム陽性菌中では、塩濃度の上昇により桿菌群が減少し、逆に球菌群は増加することが分かった。

本研究の結果から、土壌中の細菌は塩濃度の増減に伴って細菌叢が変化するため、土俵などに塩が高濃度(35%)に撒かれた場合でも、土俵土壌中で検出される細菌の個数は、ほぼ一定の値に保たれていることが明らかになった。

謝辞 本研究は日本体育大学学術研究補助費の援助によって行われた。終始、実験に御協力戴きましたチッカリン研究所、三星暢公 研究員および日本体育大学田中和幸、奈良真孝 両先生に厚く御礼申し上げます。

6. 文 献

- 1) 加藤 希：柔道場畳の細菌と真菌との相関性：顕微鏡による真菌培養液の殺菌に関する検討。日本体育大学紀要, 39(2), 137-141 (2010).
- 2) 柴田紘一郎, 米地 徹, 奈良真孝：ラグビー場土壌の細菌叢の研究。日本体育大学紀要, 39(2), 77-80 (2010).
- 3) 古田裕子, 小早川ゆり, 大本洋嗣, 浜田元輔, 清原伸彦, 青木茂治, 江原友子, 長船哲齊, 大和 眞：教育環境の細菌学的調査への迅速自動細菌検査装置の応用。日本体育大学紀要, 26(2), 261-265 (1997).
- 4) 藤本英男, 三星暢公, 長船哲齊, 安達 巧, 笹渕五夫, 花原 勉：レスリング試合(マット)の細菌叢の調査。東京体育学研究2000年度報告, 29-33 (2001).
- 5) 田中和幸, 長船哲齊, 袴田大藏, 志沢邦夫, 伊藤孝：自動細菌同定装置を応用した剣道具の細菌叢の研究；面に由来する細菌の分離同定。武道学研究, 34(1), 23-33 (2001).
- 6) 遠藤麻美, 長船哲齊, 笠井里津子, 津田博子, 三宅香：教育環境における細菌、皮膚糸状菌の分離同定：ダンス場およびダンス練習前後の足底の調査。日本体育学会「とうきょう」支部会報, 3, 6 (2000).
- 7) 三星暢公, 長船哲齊, 村田洋介, 松本 茂, 小川光哉, 塔尾武夫：相撲土俵の細菌叢の研究。医学と生物学, 147(6), 87-89 (2003).
- 8) 南 和文, 白井康正, 中川 俊, 間瀬泰克, 小林明雄, 竹内良夫：学生相撲選手にみられた化膿性膝蓋前滑液包炎の1例。臨床スポーツ医学, 8 (別冊), 174-176 (1991).
- 9) 三星暢公, 田中和幸, 長船哲齊, 松本 茂, 小川光

- 哉, 塔尾武夫: 教育環境における細菌学的調査: 土俵土壌の細菌叢. 日本体育学会第 50 回記念大会 / 体育スポーツ関連学会連合大会号, 635 (1999).
- 10) 天児和暢, 南嶋洋一編: 戸田新細菌学 (第 31 版), 南山堂 (1997).
 - 11) 三木五三郎: 土質試験法. 土質工学会編, 252-257 (1980).
 - 12) 島田 馨: 日和見感染, 遺伝 (52), 34-37 (1998).
 - 13) 小早川隆敏: 改訂・感染症マニュアル, 325-332 (1999).
 - 14) 福見秀雄: 世界中の土壌に分布常在する恐ろしい破傷風菌. 感染防止 (8), 1-5 (1998).
 - 15) 加藤達夫: 破傷風. 小児科臨床 (52), 525-526 (1999).
 - 16) 城蔵 健: 20 年以上放置してきた頭皮の良性腫瘍に感染した破傷風菌, 国立感染症研究所, IASR, 19(8), 79 (1998).
 - 17) Bryan, A. H.: Bacteriology, Principle and Practice, Barnes and Noble, Inc. New York, 189-314 (1979).
-
- <連絡先>
著者名: 柴田紘三郎
住 所: 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町 1221-1
所 属: 日本体育大学運動方法研究室
E-mail アドレス: shibata@nittai.ac.jp