

剣道防具の面における細菌繁殖と通気性の関係

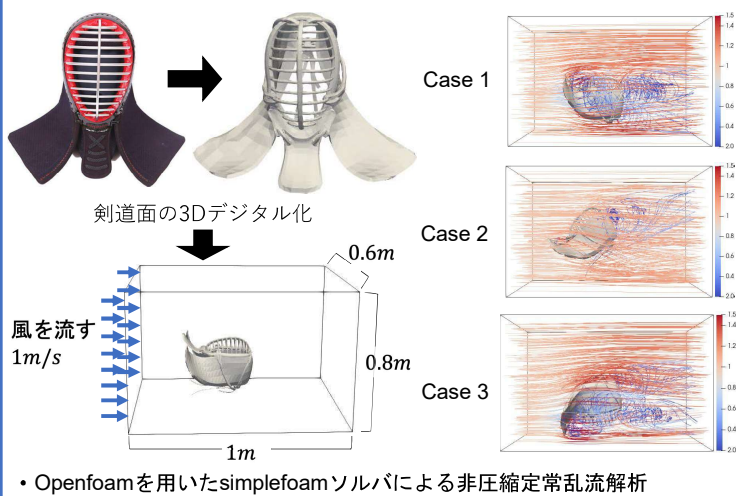
郭耀天, 竹内友陽, 板井駿悟
(シンもんじゅグループ4班)

背景・目的

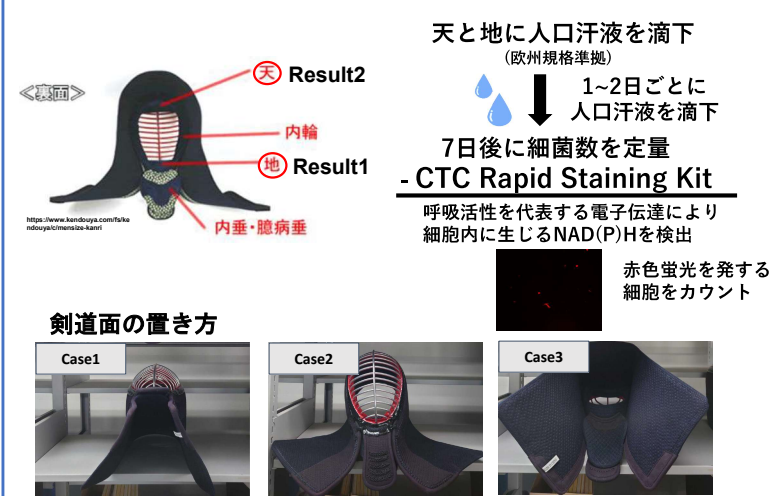
剣道の面防具は、稽古や試合中に大量の汗と湿気を吸収するため、適切な処置を怠れば雑菌の繁殖や悪臭の発生を招く。しかし、従来の手入れ方法は経験則に基づくものが多く、科学的な検証を経た標準的なケア方法は未確立である。とりわけ、使用後の保管環境が衛生状態に与える影響については不明な点が多い。そこで本研究では、実際の面と人工汗液を用いて着用環境を模擬し、**保管方法による通気構造の違いが細菌の増殖に及ぼす影響を定量的に明らかにすることを目的とする。**

研究手法

・流体シミュレーション



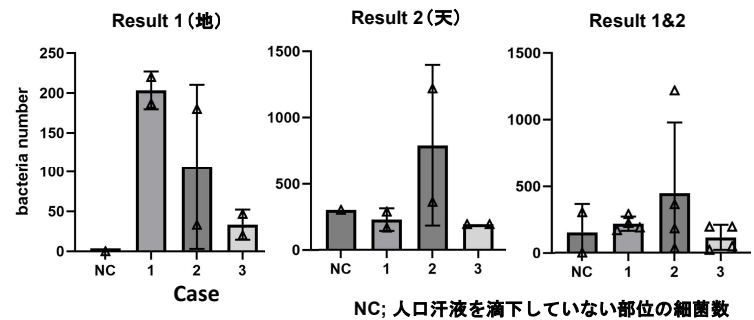
・人工汗液を用いた細菌繁殖の定量法



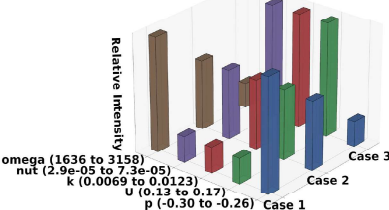
結果・考察

parameters		Case1	Case2	Case3
地	圧力P[m ² /s ²]	-0.259	-0.281	-0.302
	流速U[m/s]	0.132	0.15	0.168
	乱流エネルギーk[m ² /s ²]	0.00686	0.0096	0.01233
	乱流粘性nut[m ² /s]	2.917 × 10 ⁻⁵	5.091 × 10 ⁻⁵	7.265 × 10 ⁻⁵
	比消散率Omega[1/s]	3158.2	2396.9	1635.6
細菌数		203	107	33
天	圧力P[m ² /s ²]	0.555	0.557	0.571
	流速U[m/s]	0.601	0.119	0.672
	乱流エネルギーk[m ² /s ²]	0.0058	0.009	0.0071
	乱流粘性nut[m ² /s]	2.822 × 10 ⁻⁵	4.964 × 10 ⁻⁵	4.128 × 10 ⁻⁵
	比消散率Omega[1/s]	7079.3	9894.2	5795.2
細菌数		227	790	193

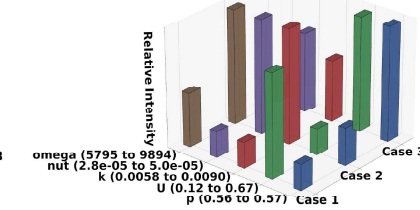
細菌繁殖の定量結果



Result 1(地)



Result 2(天)



- U: 流速[m/s]: 菌を吹き飛ばすと同時に、汗を素早く乾燥させて菌の増殖を抑制する。
- P: 圧力[m²/s²]: 面への衝突や吸引の強さを表し、その物理的な力によって付着した細菌や汗を強制的に引き剥がし除去する。
- k: 乱流エネルギー [m²/s²]: 風の乱れの強さを表し、面を洗うような激しいかき混ぜ効果（スクラビング効果）によって細菌の定着を防ぐ。
- nut: 乱流粘性[m²/s]: 周囲を巻き込む力を表し、剥離した細菌や湿気を周囲の大きな気流に乗せて効率よく外部へ搬出する。
- omega: 比消散率[1/s]: 乱れが消える速さを表し、値が低いほどかき混ぜ効果が長時間持続して広い範囲で細菌の定着を阻害する。

考察

- 流速、乱流エネルギー、乱流粘性が上昇するにつれ、細菌数は減少傾向。
- 圧力、比消散率が減少するにつれ、細菌数は減少傾向。
- 【aとcの比較：地】 淀みにより菌が滞留するCase 1(a)に対し、Case 3(c)は負圧と乱流エネルギーが大幅に上昇。発生した強い渦が面を洗う「スクラビング効果」を発揮し、流速が遅い場所でも菌の定着を阻害した。
- 【dとfの比較：天】 Case 1(d)に比べ、Case 3(f)は流速と衝突圧が上昇。新鮮な空気の強い吹き付けが、細菌の物理的除去と人工汗の乾燥を促進し、菌数の大幅に減少。
- 全体として流速が高い領域では、風による物理的剥離だけでなく、水分の迅速な蒸発が細菌の増殖に必要な湿度環境を排除し、決定的な増殖抑制因子となっている。
- 乱流粘性が高い箇所では、乱れによって浮遊した細菌や湿気が周囲の気流に効率良く巻き込まれ、防具外部へと速やかに搬出される「換気サイクル」が機能している。

面内部の空気の動きと細菌繁殖は関連している可能性が示唆され、保管にはcase3のような置き方を推奨する