

アスリートアイシングや熱中症に有効な マイクロ炭酸アイスバス



暑熱環境とスポーツ・熱中症

福岡義之 Yoshiyuki Fukuoka 同志社大学 スポーツ健康科学部

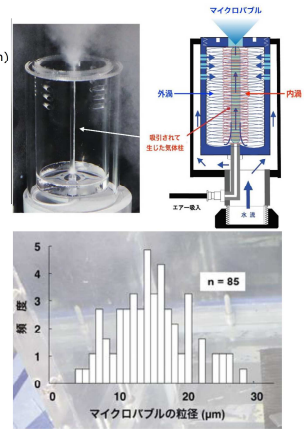
マイクロバブル発生装置

■ **exo-バブル®の原理**
二重渦式高速回転気液混合二重槽 (DDHRS : Dual-chamber/Dual-vortex High-speed Rotation System)

■ **特徴**
・**微細かつ高速**
内渦の回転半径が小さく、高速回転で気体引込量を増加させ、大量にマイクロバブルを発生させる。粒径 $15.7 \pm 6.3 \mu\text{m}$ 。50L水槽内の CO_2 溶在濃度が15分以内に飽和。

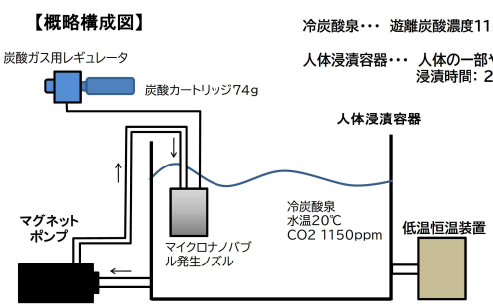
・**高压ポンプ不要**
通販でも購入可能な75g CO_2 ミニガスカートリッジを使用するため、軽量かつ簡便。

※既存品には大型ポンプを使用する製品もあり、ガス管理体制を順守しながら取り扱う必要がある。



自動炭酸浴によるアスリートの疲労回復効果を実現する処方の開発とそれを実現する装置の開発

- 【装置・解決手段】
低温維持装置... 水温を20℃に保つ
水道水に保冷剤を入れることで、代用可能
- 発生ノズル... 20μm未満の炭酸ガス入りバブルを発生
- 冷炭酸泉... 遊離炭酸濃度1150ppm
- 人体浸漬容器... 人体の一部や半身浴、全身浴が可能なもの
浸漬時間: 20分



炭酸水アイシングに着目した経緯

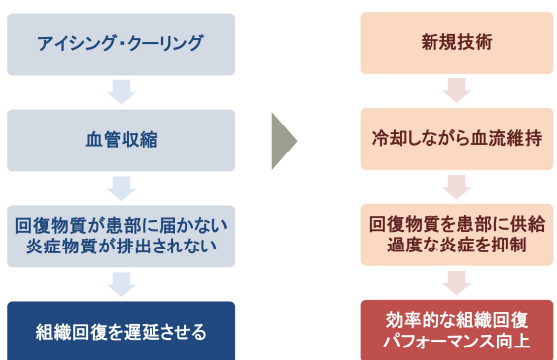
■ アイシングの効果

- ・ 局所代謝活性の抑制
- ・ 毛細血管の収縮
- ・ 低レベルの浮腫による炎症の抑制
- ・ 痛感覚の減少
- ・ 筋弾力性の低下(剛性の上昇)



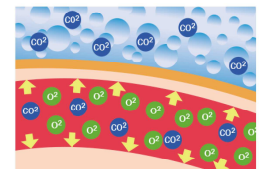
近年、アイシングによって組織回復が遅延している可能性が指摘されている

炭酸水アイシングに着目した経緯



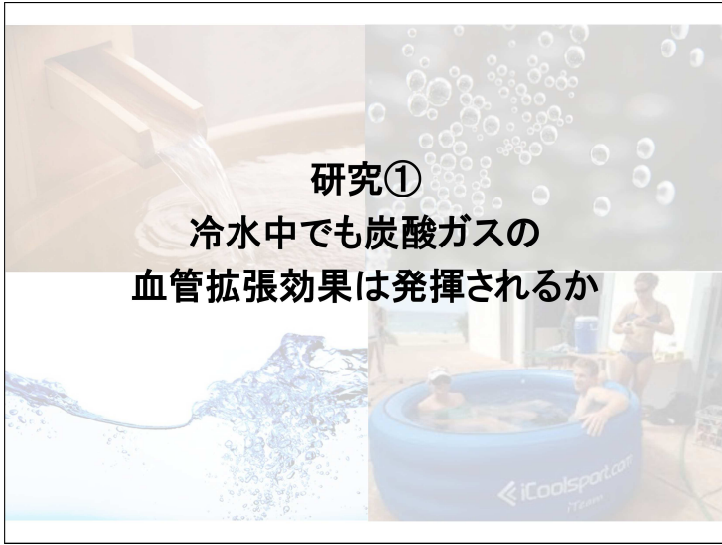
炭酸ガスを用いたアプローチ

■ **着眼点**
炭酸ガスの**血管拡張作用**
温浴効果が高まるとして入浴剤に利用されたり、温泉（炭酸泉）の効能としても長年親しまれている



■ **仮説**
炭酸を溶解した冷水を用いたアイスバスなら血流を維持したまま、患部を冷却できるのでは・・・？

- **研究**
- ① 冷水中でも炭酸ガスの血管拡張効果が発揮されるか
 - ② 運動後のアスリートを効率的に回復させることができるか
 - ③ 暑熱トレーニングのアスリートを熱中症にさせない



方法① 実験プロトコール

Base Line: 安静(10分)

WI 0: 浸漬(15分)

WI 15 Rec 0: 回復(20分)

Rec 20

▽被験者
健康若年男性15名(23.1±0.4歳)

▽片脚膝下浸漬
水道水条件: 20°C水道水
炭酸水条件: 20°C水道水+CO₂マイクロバブル

▽評価項目
血圧, 心拍数, 舌下温, 皮膚温
組織酸素化動態(近赤外線分光法)

対象筋: 前脛骨筋・腓腹筋
測定項目: oxy[Hb+Mb]
deoxy[Hb+Mb], total [Hb+Mb]
StO₂ = oxy[Hb]/total[Hb]

片脚膝下浸漬中

組織酸素化動態の測定

近赤外線分光法 (NIRS: Near-Infrared Spectroscopy)
センサー貼付位置

前脛骨筋: TA 腓腹筋: GAS

酸素化ヘモグロビン濃度(oxy[Hb+Mb])
動脈血流
脱酸素化ヘモグロビン濃度(doxy[Hb+Mb])
局所代謝
総ヘモグロビン濃度(total[Hb+Mb])
局所血液量

研究① Yoshimura et al., Preej 2020

■結果

炭酸水条件は水道水条件よりも回復期の熱放散が促進している

両条件間に大きな差はないが、回復期は水道水条件の方が冷たいという感覚がやや強い

研究① Yoshimura et al., Preej 2020

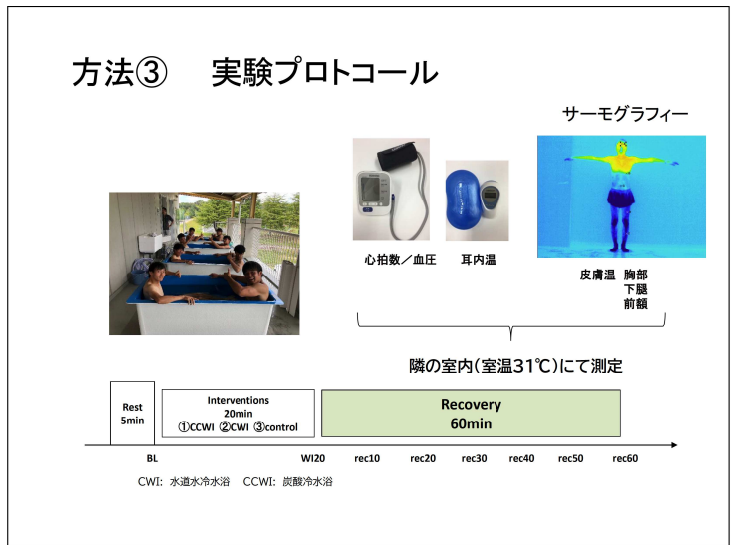
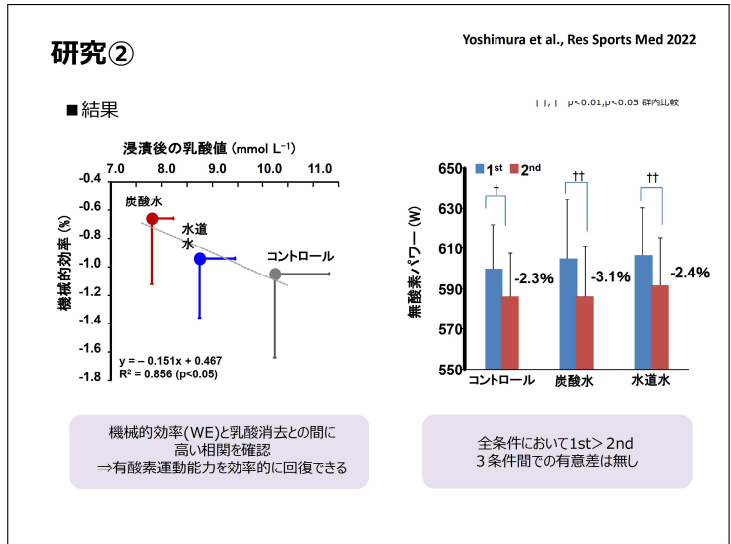
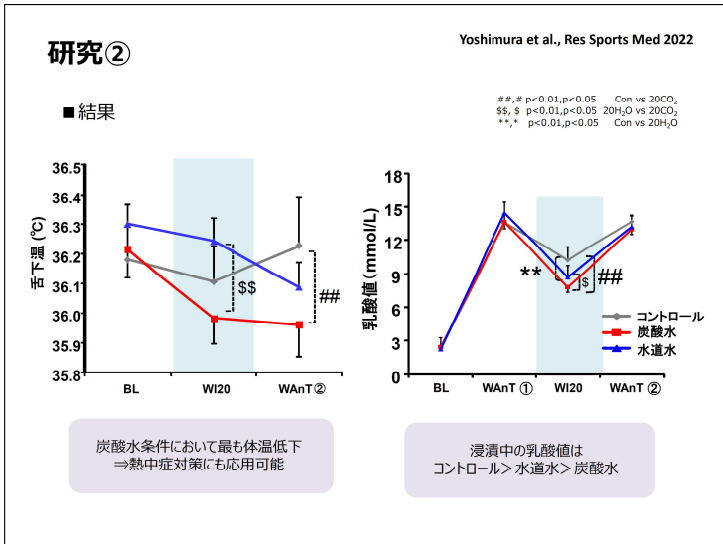
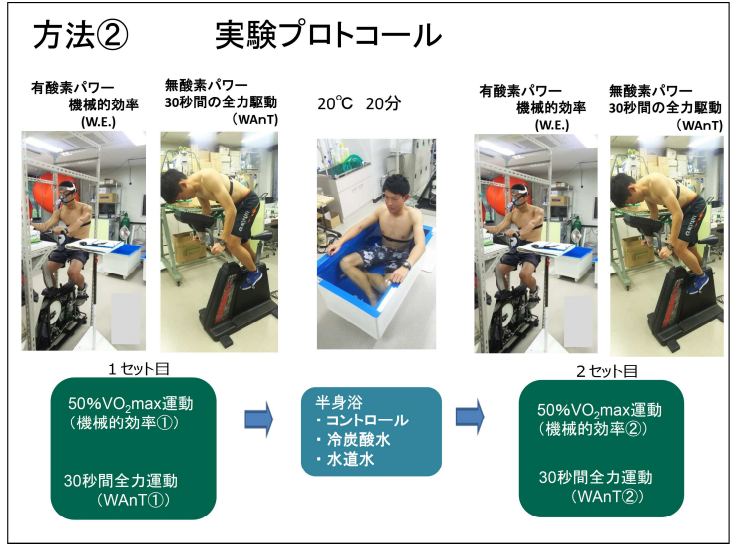
■結果

総Hb量は浸漬中から回復期にかけて炭酸水条件が有意に高値 = 血液量の増加を確認

研究① Yoshimura et al., Preej 2020

■結果

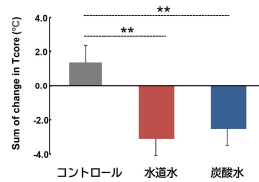
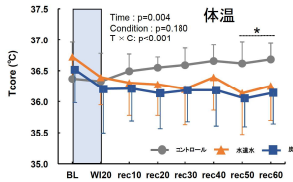
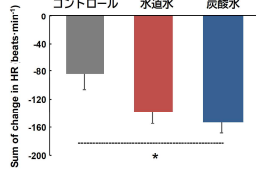
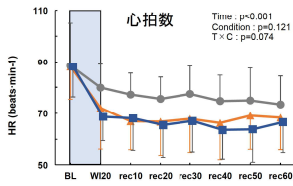
水道水条件よりも炭酸水条件の酸素飽和度が有意に高い = 動脈血の流入が起こっている = 20°Cでも炭酸の血管拡張作用は発揮されている



研究③

Yoshimura et al., *J Exerc Sci & Fit*, 2023

■結果



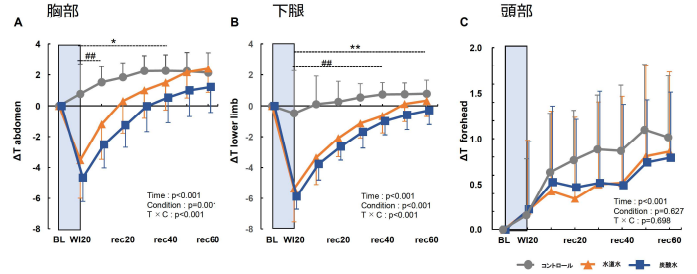
冷水浴によって徐脈と体温低下が観察された。
特に、冷炭酸水で効果大

→ 60分間 低温・徐脈

研究③

Yoshimura et al., *J Exerc Sci & Fit*, 2023

■結果



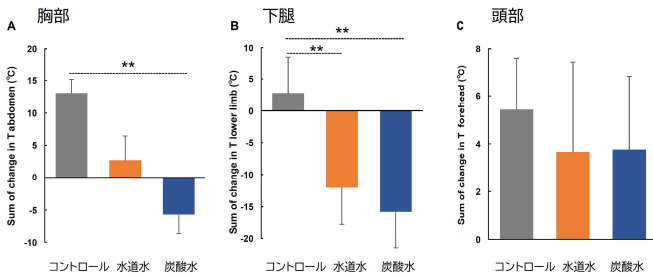
サーモグラフィーによる
胸部・下腿とも冷水浴後比較的長く低温を維持
炭酸水がより低値（熱放散）

研究③

Yoshimura et al., *J Exerc Sci & Fit*, 2023

■結果

回復期のサーモグラフィーでの皮膚温の積算



胸部温
下腿温 炭酸水が顕著に低い → 長い時間熱放散促進

研究①②③より

- 冷炭酸浴は冷却と組織血液量の増加を両立することにより、疲労物質除去・組織回復が期待できる。
- 冷炭酸水浴は熱放散を促進する。
- 高強度運動後の冷炭酸浴によって乳酸除去が加速し、機械的効率の低下が抑制された。
- 暑熱練習後の冷炭酸浴は60分間熱放散を維持する。

アスリートアイシングや熱中症に有効なマイクロ炭酸アイスバス

トレーニング後や作業現場の休憩での冷却(炭酸冷水)によって、1時間の熱放散が持続できて、暑熱環境での熱中症予防として期待できる。

作業現場での熱中症予防



暑熱トレーニング後の冷却



展望



01 アスリートのコンディショニングに貢献

トレーニングや試合による疲労を効率的に回復させパフォーマンス発揮を支える新しい回復方法を提案

02 種々の現場の暑熱環境改善

冷炭酸水浴の熱放散を促進させる作用を熱中症予防として活用
小中高校・工事現場・防衛施設への提案

03 スポーツジム・自治体管理施設への導入

トップアスリートだけではなく、運動に親しむ(幼児～高齢者までの)幅広い層を対象とした熱中症予防製品として提案