

## ジュニア水泳選手の水分摂取パターンについて

田井村明博, 菅原 正志

### Analysis of fluid intake during swimming in junior swimmers

Akihiro TAIMURA and Masashi SUGAHARA

#### Abstract

The purpose of this study was to clarify the fluid intake during swimming training. The subjects were eighteen girl junior swimmers ( $11.7 \pm 1.8$  years old with competitive experiences of  $5.2 \pm 2.2$  years). The mean water temperature during training was  $29.8 \pm 0.2^\circ\text{C}$  and the mean training (workout) time was  $2.23 \pm 0.26$  hours.

Weight loss per hour and weight loss normalized by the initial body weight and training hours was  $0.08 \pm 0.06$  kg/hr and  $2.21 \pm 1.79$  g/kg/hr, respectively. Sweat loss per hour and sweat loss normalized by the initial body weight and training hours was  $0.13 \pm 0.07$  kg/hr and  $3.89 \pm 1.97$  g/kg/hr, respectively. Fluid intake volume normalized by the initial body weight and training hours was  $2.23 \pm 2.08$  g/kg/hr. Fluid intake frequency and mean fluid intake volume was  $5.1 \pm 2.4$  times and  $33.5 \pm 26.6$  g, respectively. Fluid intake ratio (fluid intake/sweat loss multiplied by 100) was  $69.05 \pm 64.52\%$ .

There was significant relationship between sweat loss and fluid intake volume. There was significant relationship between fluid intake volume, fluid intake ratio and fluid intake frequency. But, there was no significant relationship between sweat loss, mean fluid intake volume and fluid intake frequency.

These data show that as frequency of fluid intake increases, fluid intake volume and fluid intake ratio rise. It is considered that swimmer have to increase frequency of fluid intake to prevent dehydration during swimming training.

## 結 言

これまでに運動中の水分摂取が過度の体温上昇の抑制やパフォーマンスの維持に有効であることが報告され<sup>1, 9, 12, 17, 25)</sup>、運動中の適切な水分摂取のガイドラインや特に暑熱環境下での運動中の水分摂取についての提言等<sup>2, 8, 13-15)</sup>が行われている。しかし、これまでの報告のほとんどは夏季の暑熱環境下での屋外、屋内運動時の発汗量、水分摂取量を対象にしたものがほとんどで水泳中の発汗量や水分摂取についての報告はほとんどみられない。水泳などの水中運動ではその運動が熱伝導率の高い水中で行われることから、運動中の体温上昇を防ぐ意味での水分摂取の問題よりむしろ水中での体温低下に伴う生体反応に関する検討が数多く報告されてきた<sup>3-7, 10, 17, 28)</sup>。

近年、年間を通して室温、水温がコントロールできる屋内プールの普及によりプール環境が変化し、また提供されるプログラムも競泳中心からアクアエクササイズなど水の特性を利用する様々な水中運動が提供されるようになったことで、プールの水温も競泳中心であったときよりも高めに設定されるようになった<sup>24)</sup>。

Taimura and Sugahara<sup>30)</sup>、Taimura ら<sup>33)</sup>は室内プールでの水泳練習が水温30℃前後の環境で行われていることに注目し、水泳練習時の体重減少量、発汗量および水分摂取量を測定した結果、水温30℃前後の環境では水泳練習時にも無視できない程度の発汗量（体重減少量）が認められるが、水分摂取率は他の種目<sup>29)</sup>と比較して低く発汗量に応じた水分摂取がおこなわれていないことを報告した。

本研究では水泳中の水分摂取について飲水回数、1回飲水量などの飲水パターンの測定を行い、特に他種目に比較して水分摂取率が低いことについてさらに詳しく検討することが目的である。本研究の結果は、水泳中の水分摂取の方法についてのガイドライン作成および水泳中の水分摂取が発汗量（体重減少量）、体温、血液性状に与える影響を検討するための基礎的資料になると考えられる。

## 研究 方法

### 1. 対 象

N市内のスイミングクラブに所属する女子ジュニア選手18名であった。測定に先立ち測定目的、方法、予想される結果、安全性について選手、選手の保護者および指導者に対して、文書および口頭で十分な説明を行った上で測定協力の承諾を得た。被験者の年齢、身長、体重、競技歴はそれぞれ $11.7 \pm 1.8$  yr,  $143.5 \pm 10.4$  cm,  $35.53 \pm 8.33$  kg,  $5.2 \pm 2.2$  yrであった。測定は通常の練習時間帯（18時～20時30分）にスイミングクラブの屋内プールで2日間にわたって行われた。

## 2. 環境温度の測定<sup>19,31)</sup>

プールの環境温度の測定は August 温度計 (乾球温度, 湿球温度), 黒球温度計, プール用水温度計を用い, 練習開始時より30分間隔で測定し, それらを平均してその日の環境温度とした (Figure 1).



Figure 1 Environment temperature measurement apparatus.  
August termometer (right) and grove termometer (left).

## 3. 飲料水と飲水量の測定 (Figure 2)

飲料水は各選手に1リットルボトルと粉末スポーツ飲料 (ポカリスエット, 大塚製薬) を準備し, 温度, 濃度は各選手の好みに調整させた. また飲水については特に規定せず自由飲水とした. 飲水量は事前に選手が準備した1リットルボトルの初期重量を測定し, その後, 選手が飲水する度にボトルの重量を測定した. それらの記録より総飲水量, 飲水回数, 1回飲水量を算出した.



Figure 2 Subjects taking fluid during swimming training.

#### 4. 体重, 発汗量の測定<sup>31)</sup>

練習前後の体重測定にはデジタル体重計 (UC-300, A & D) を用い水着 1 枚で測定した。発汗量は練習前後の体重差から練習中の総飲水量を減じた値を練習中の発汗量とした。体重測定においては, 入水前に一度入念にシャワーを浴びさせた上で身体に付着した水分の拭き取りを行わせ, 退水直後も同じように拭き取りを行わせてから測定した。

#### 5. データ処理

測定されたデータは選手個人毎に体重, 練習時間がことなるので, 以下に示すように各データを 1 時間当たりの初期体重に対する値等で表した。なお, 本研究における統計的有意水準は 5 % とした。

- ・ 体重減少量 (Weight loss : kg) = 練習前体重 - 練習後体重
- ・ 1 時間当り体重減少量 (Weight loss per hour : kg/hr) = 体重減少量 / 練習時間
- ・ 1 時間・体重当たり体重減少量 (Weight loss : g/kg/hr) = 体重減少量 / 練習前体重 / 練習時間
- ・ 体重減少率 (% Weight loss : %) = 体重減少量 / 練習前体重 / 練習時間 × 100
- ・ 発汗量 (Sweat loss : kg) = (練習前体重 - 練習後体重) + 飲水量
- ・ 1 時間当り発汗量 (Sweat loss per hour : kg/hr) = 発汗量 / 練習時間
- ・ 1 時間・体重当たり発汗量 (Sweat loss : g/kg/hr) = 発汗量 / 練習前体重 / 練習時間
- ・ 発汗率 (% Sweat loss : %) = 発汗量 / 練習前体重 / 練習時間 × 100
- ・ 1 時間当り飲水量 (Fluid intake per hour : kg/hr) = 飲水量 / 練習時間
- ・ 1 時間・体重当たり飲水量 (Fluid intake volume : g/kg/hr) = 飲水量 / 練習前体重 / 練習時間
- ・ 飲水率 (% Fluid intake : %) = 飲水量 / 練習前体重 / 練習時間 × 100
- ・ 水分摂取率 (Fluid intake ratio : %) = 飲水量 / 発汗量 × 100
- ・ 平均 (1 回) 飲水量 (Mean fluid intake volume : g) = 飲水量 / 飲水回数

## 結 果

Table 1 は, 練習時間, 水温, WBGT, 体重減少量, 発汗量, 飲水量, 飲水回数, 平均 (1 回) 飲水量を示したものである。練習時間は  $2.23 \pm 0.26$  hr, プールの環境温度は水温  $29.8 \pm 0.2^\circ\text{C}$ , WBGT  $28.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$  であった。体重減少量 (Weight loss per hour) は  $0.08 \pm 0.06$  kg/hr, 体重減少率 (% Weight loss) は  $0.22 \pm 0.08\%$  であった。発汗量 (Sweat loss per hour), 発汗率 (% Sweat loss) はそれぞれ  $0.13 \pm 0.07$

Table 1 Descriptive statistics for variables.

	Mean	S. D.
Workout (hr)	2.23	0.26
Water temperature (°C)	29.8	0.2
WBGT (°C)	28.6	0.2
Weight loss (kg/hr)	0.08	0.06
Weight loss (g/kg/hr)	2.21	1.79
% Weight loss (%)	0.22	0.18
Sweat loss (kg/hr)	0.13	0.07
Sweat loss (g/kg/hr)	3.89	1.97
% Sweat loss (%)	0.39	0.19
Fluid intake volume (g)	179.4	182.4
Fluid intake volume (g/kg/hr)	2.23	2.08
% Fluid intake (%)	0.22	0.20
Fluid intake ratio (%)	69.05	64.52
Fluid intake frequency (time)	5.1	2.4
Mean fluid intake volume (g)	33.5	26.6

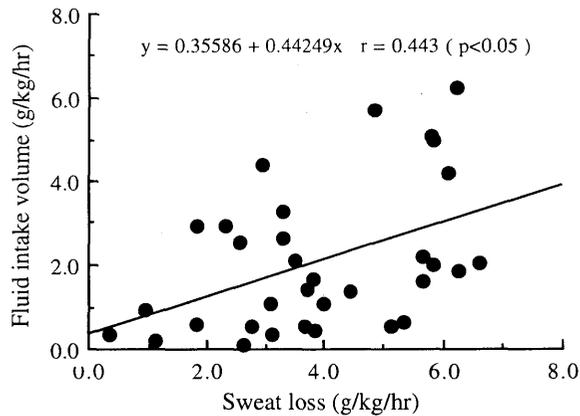


Figure 3 The relationship between sweat loss and fluid intake volume.

kg/hr,  $0.39 \pm 0.19\%$ であった。飲水量 (Fluid intake volume) は  $179.4 \pm 182.4$  g, 飲水率 (%Fluid intake) は  $0.22 \pm 0.20\%$ であった。1時間・体重当たりの体重減少量, 発汗量, 飲水量はそれぞれ  $2.21 \pm 1.79$ g/kg/hr,  $3.89 \pm 1.97$ g/kg/hr,  $2.23 \pm 2.08$  g/kg/hr であった。水分摂取率 (Fluid intake ratio) は  $69.05 \pm 64.52\%$ であった。飲水回数 (Fluid intake frequency) は  $5.1 \pm 2.1$ times, 平均の飲水量を示す1回飲水量 (Mean fluid intake volume) は  $33.5 \pm 26.6$  g であった。

Figure 3は1時間・体重当たりの発汗量と飲水量の関係を示したものであり, 両者の相関係数は  $r=0.443$ で有意な関連が認められ, 発汗量が増加するに従って飲水量も増加した。

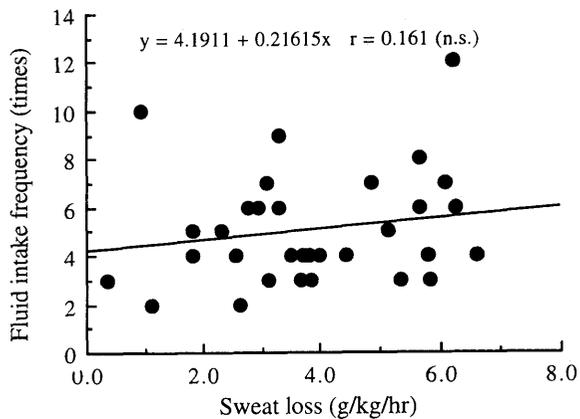


Figure 4 The relationship between sweat loss and fluid intake frequency.

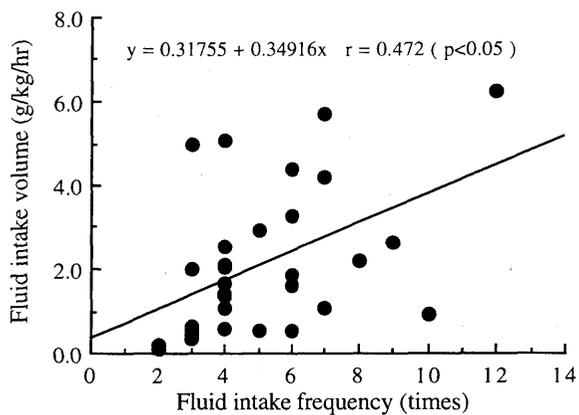


Figure 5 The relationship between fluid intake frequency and fluid intake volume.

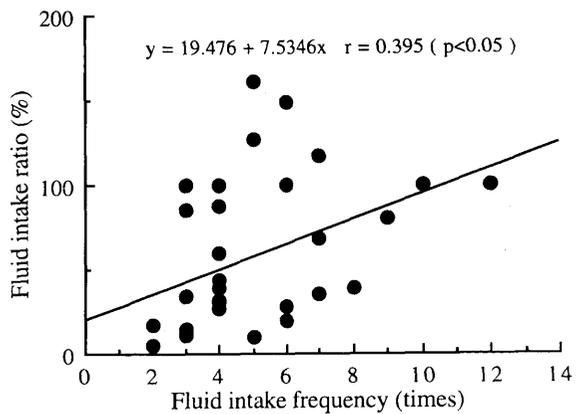


Figure 6 The relationship between fluid intake frequency and fluid intake ratio.

発汗量と飲水回数では両者の関連はほとんどみられず、相関係数も  $r=0.161$  と小さかった (Figure 4)。

Figure 5, Figure 6 はそれぞれ飲水回数と飲水量, 飲水回数と水分摂取率との関係を示したものである。飲水回数と飲水量では,  $r=0.472$  と有意な関連が認められ, 飲水回数が多くなるほど飲水量が増加する傾向を示している。飲水回数と水分摂取率との関連では, 相関係数  $r=0.395$  で有意な相関が認められ, 飲水回数が多くなるほど水分摂取率が高くなった。また平均 (一回) 飲水量と飲水回数との関連では, 有意な関連が認められなかった。

## 考 察

一般に競泳の競技会や練習でのプールの水温は  $25\sim 27^{\circ}\text{C}$ <sup>11, 23)</sup> が適温とされている。プールの環境温度 (水温), 練習時間については前回の実態調査時<sup>23)</sup> とほぼ同じであり, 室内プールでの環境は1年中ほぼ一定に保たれていることが示された。しかしながら水温が  $30^{\circ}\text{C}$  前後であることは競泳の練習には高すぎると思われ, 先に報告<sup>30-33)</sup> したように水泳練習中の体温上昇を抑え, 脱水を予防するためにも練習中の積極的な水分摂取が重要であると考えられる。

体重減少量からみた発汗量については, 女子学生水泳選手を対象にした中井ら<sup>21)</sup> の報告では,  $4.47\sim 5.13\text{ g/kg/hr}$  であったが, 本研究では  $3.89\pm 1.97\text{ g/kg/hr}$  であった。Robinson and Somers<sup>26)</sup> は泳速  $1.20\text{ m/sec}$ , 水温  $29.2^{\circ}\text{C}$  で1時間泳を行ったときの発汗量は  $607\text{ g/hr}$  であったと報告している (本研究での時間当たりの発汗量は  $130\text{ g/hr}$  であった)。測定対象, 水温, 練習量, 運動強度等の諸条件が違うので直接比較はできない。運動中の体温は環境温 ( $5\sim 30^{\circ}\text{C}$ ) に左右されず運動強度に依存し<sup>22)</sup>, さらに運動強度の絶対値よりも相対値により強く相関する<sup>27)</sup>。Mougios and Deleigiannis<sup>16)</sup> は3種類の水溫条件下での最大下泳ではパフォーマンス, 心拍数そして乳酸蓄積において水温の影響がみられなかったことを報告している。水泳中の発汗量も陸上運動と同様に運動強度に大きく依存すると推察されるが, 今後, 運動強度 (泳速度), 水温のコントロールが可能な流水プールやプール用ペースメーカーを利用して水温, 泳速度などの諸条件を統一した測定, 検討が必要と考えられる。

Tamura and Sugahara<sup>30, 32)</sup>, 田井村, 菅原<sup>31)</sup>, Tamura ら<sup>33)</sup> の報告によると水泳練習中でも無視できないほどの発汗量 (体重減少) があるにも関わらず水分摂取率は  $50\%$  以下であると報告している。今回の測定では水分摂取率は  $69.05\%$  でその他の種目<sup>29)</sup> での水分摂取率とほぼ同程度であった。本研究の被験者は前回の測定にも参加しており, その後練習中の水分摂取の重要性について指導されていることから, 中井

ら<sup>20)</sup>が指摘するように被験者に対する水分摂取指導の結果と考えられる。しかしながら、個人差が大きく必ずしも全被験者が同程度の水分摂取率ではなかった。

発汗量と飲水量の関連では統計的に有意な相関が認められたが、発汗量に応じた水分摂取が行われているものの、その関連の程度は低く必ずしも十分な摂取が行われていない。発汗量と飲水回数では関連がみられなかった (Figure 4)。発汗に応じた飲水回数がみられない一つの理由として、水泳の代表的練習形態であるインターバルトレーニングでは休憩時間が短く、飲水のための十分な時間がなく飲水回数が制限されることによるものと推察される。

飲水回数と飲水量および水分摂取率との関連では統計的に有意な関連が認められた。一方、一回飲水量と飲水回数には有意な関連が認められなかった。これらのことから飲水回数を増やすことで飲水量、水分摂取率を高めていると推察される。

水泳中の水分摂取についてはこれまでにあまり重要視されなかった。本研究結果から練習中の水分摂取率を高くするには飲水回数を増大させなければならないことが示唆された。水泳の代表的練習方法であるインターバルトレーニングでは休憩時間が短いこと、陸上の運動と異なり呼吸が制限されるので短い休憩時間には疲労回復のためできるだけ呼吸回数を増やし換気量を増やす必要がある。このような状況の中での水分摂取では陸上運動でも推奨されている<sup>9)</sup>ように、練習前にある程度の量を摂取しておくことと、練習中にも定期的に水分摂取の機会を設定すべきであろう。

## ま と め

水泳練習中の水分摂取のパターン (1回飲水量, 飲水回数) について検討するために、女子ジュニア選手18名を対象に練習中の水分摂取量を測定した。被験者の年齢, 身長, 体重, 競技歴はそれぞれ $11.7 \pm 1.8$  yr,  $143.5 \pm 10.4$  cm,  $35.53 \pm 8.33$  kg,  $5.2 \pm 2.2$  yrであった。測定は通常の練習時間帯 (18時~20時30分) にスイミングクラブの屋内プールで2日間にわたって行われた。練習時間は $2.23 \pm 0.26$  hr, プールの環境温度は水温 $29.8 \pm 0.2^\circ\text{C}$ , WBGT  $28.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ であった。体重減少量は $0.08 \pm 0.06$  kg/hr, 1時間・体重当たりの発汗量, 飲水量はそれぞれ,  $3.89 \pm 1.97$  g/kg/hr,  $2.23 \pm 2.08$  g/kg/hrであった。水分摂取率は $69.05 \pm 64.52\%$ であったが個人差が大きかった。飲水回数は $5.1 \pm 2.1$  times, 平均の飲水量を示す1回飲水量は $33.5 \pm 26.6$  gであった。発汗量と飲水量, 飲水回数と飲水量, 飲水回数と水分摂取率の関連では統計的に有意な関連がみとめられた。しかし飲水回数と1回飲水量, 発汗率には有意な関連は認められなかった。水分摂取は1回飲水量よりも飲水回数に依存していること, 飲水回数を増やすことで水分摂取率も高まることが示された。

## 付 記

本研究の一部は第48回日本体力医学会大会（1994年，名古屋市）において発表した。

## 文 献

- 1) Candas, V., Libert, J. P., Brandenberger, G., Sagot, J. C., Amoros, C., Kahn, J. M. (1986) Hydration exercise : Effect on thermal and cardiovascular adjustments., *Europ. J. Appl. Physiol.*, **55**, 113-122.
- 2) Colye, E. F. and Montain, S. J. (1992) Benefits of replacement with carbohydrate during exercise, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **24** (9) S324-330.
- 3) Cooper K. E., S. Martin, and P. Riben (1976) Respiratory and other responses in subjects immersed in cold water, *J. Appl. Physiol.*, **40** (6), 903-910.
- 4) Costill, D. L., P. J. Cahill, and D. Eddy (1967) Metabolic responses to submaximal exercise in three water temperatures, *J. Appl. Physiol.*, **22** (4), 628-632.
- 5) Craig A. B. JR., and M. Dvorak (1966) Thermal regulation during water immersion, *J. Appl. Physiol.*, **21** (5), 1577-1585.
- 6) Craig, A. B., Jr., and M. Dvorak (1968) Thermal regulation of man exercising during water immersion, *J. Appl. Physiol.*, **25** (1), 28-35.
- 7) 藤島和孝, 大柿哲朗, 堀田昇, 金谷庄蔵, 清水富弘, 正野知基 (1993) 長時間水泳時での水温条件が生理的諸反応に及ぼす影響, *アサントスポーツ科学*, **14**, 201-208.
- 8) Gisolfi, C. V. and Duchman, S. M. (1992) Guidelines for optimal replacement beverage for different athletic events, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **24** (6), 679-687.
- 9) Greenleaf, J. E., Castel, B. L. (1971) Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperhydration, *J. Appl. Physiol.*, **30**, 847-853.
- 10) Holmer, I. and Ulf Bergh (1974) Metabolic and thermal response to swimming in water at varying temperatures, *J. Appl. Physiol.*, **37** (5), 702-705.
- 11) 甲斐美和子 (1988) 水中での体温変化, *Jpn. J. Sports Sci.*, **7** (8), 505-509.
- 12) Ladell, W. S. S. (1955) The effects of water and salt intake upon the performance of men work in hot and humid environments, *J. Physiol.*, **127**, 11-46.
- 13) Maughan, R.J. and Noakes, T.D. (1991) Fluid replacement and exercise stress, *Sports Med.*, **12** (1), 16-31.
- 14) Millard-Stafford, M. (1992) Fluid replacement during exercise in the heat-review and recommendations, *Sports Med.*, **13** (4), 223-233.
- 15) Morimoto, T. (1990) Thermoregulation and body fluids : Role of blood volume and central venous pressure, *Jpn. J. Physiol.*, **40**, 165-179.
- 16) Mougios, V., and A. Deleigiannis (1993) Effect of water temperature on performance, lactate production and heart rate at swimming of maximal and submaximal intensity, *J. Sports Med. and Physical Fitness*, **33**, 27-33.
- 17) Nadel, E.R., I. Holmer, U. Bergh, P.-O. Åstrand, and J. A. J. Stolwijk (1974) Energy exchanges of swimming man, *J. Appl. Physiol.*, **36**, 4, 465-471.
- 18) Nadel, E. R., Forty, S. M., and Wenger, C. B. (1980) Effect of hydration state on circulatory and thermal regulation, *J. Appl. Physiol.*, **49**, 715-724.
- 19) 中井誠一, 朝山正巳, 平田耕造, 花輪啓一, 丹羽健市, 井川正治, 平下正美, 菅原正志 (1993) 日本の環境温度と運動時の飲水量, 発汗量に関する実態調査, 平成4年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, No.Ⅷ スポーツ活動における熱中症事故予防に関する研究-第2報-, 48-81.
- 20) 中井誠一, 寄本明, 岡本直輝, 森本武利 (1993) アメリカンフットボール練習時の発汗量と水分摂取量の実態, *臨床スポーツ医学*, **10** (8), 973-977.

- 21) 中井誠一, 朝山正巳, 平田耕造, 花輪啓一, 丹羽健市, 井川正治, 平下正美, 管原正志 (1994) 運動時の環境温度と飲水量, 発汗量に関する実態調査 その2, 平成5年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, No.Ⅷ スポーツ活動における熱中症事故予防に関する研究-第3報-, 20-32.
- 22) Nielsen, M. (1938) Die regulation der köpertemperatur bei muskellarbeit, *Skand. Arch. Physiol.*, **79**, 193-230.
- 23) 日本水泳連盟編 (1994) 新水泳指導教本, 大修館, 東京, p. 83.
- 24) 日本水泳連盟科学技術委員会編 (1987) 水泳医学百科, 南江堂, 東京, p. 184.
- 25) Pitts, G. C., Johnson, R. E. and Consolazio, F. C. (1994) Work in the heat as affected by in take of water, salt and glucose, *Amer. J. Physiol.*, **142**, 253-259.
- 26) Robinson, S. and A. Somers (1971) Temperature Regulation in Swimming, *J. Physiol., Paris*, **63**, 406-409.
- 27) Saltin, B. and Hermansen, L. (1966), Esophageal, rectal, and muscle temperature during exercise, *J. Appl. Physiol.*, **21** (6).
- 28) 清水富弘, 藤島和孝, 正野知基 (1992) 低水温下の長時間水泳における保温ベルトの効果, 九州体育学研究, **6** (1), 15-20.
- 29) 管原正志, 田井村明博 (1993) 運動時における水分摂取量の実態調査, 体力科学, **42** (6), 774.
- 30) Taimura, A. and M. Sugahara (1994) Weight Loss and Sweat Loss During Swimming Exercise in Age Group Swimmers : A Field Study, *Med. Sci. Sports Exerc.* **26** (5), S212.
- 31) 田井村明博, 管原正志 (1995) 水泳練習時の発汗量および水分摂取量, 九州体育学研究, **9** (1), 45-52.
- 32) Taimura, A. and M. Sugahara (1995) Weight loss and Fluid intake during swimming exercise in college swimmers : A Field study, *Proceedings FISU/CESU Conference*, 474-475.
- 33) Taimura, A., M. Yamauchi, E. Kaneda and M. Sugahara (1995) Sweat loss and fluid intake during swimming exercise : A Field study, In : Nagasaka T. and A. S. Milton (Eds.) *Body temperature and metabolism*, Int. Press Editing Centre Inc., Tokyo, pp. 125-128.

(1996年4月30日受理)