

低水温における体温変動について (1)

杉 山 登

1. は じ め に
2. 実 験 方 法
3. 結 果 と そ の 考 察
4. 要 約

1. は じ め に

水泳管理上の問題の一つとして水泳練習の場合の水の温度に関する事柄がある。これは水泳指導上の根本をなすものであると思うのである。従来の水泳時の水温即ち適温^{*}、低水温^{**}に対するその指導においては主として経験的に取扱われて来た様に思われるのである。本稿はその低水温に関する考察なのである。

第1表は昭和35年より昭和37年に至る7月下旬から8月上旬にかけての小樽市における水泳講習会、蘭島海岸の天候、気温、水温の状態である⁽¹⁾。この講習会は毎年10日間実施されるが、35年度は26・27日の両日は雨天のため、37年度後半は台風の影響で中止となっている。また各年度とも日曜日は実施

* 水泳適温については年齢・性別・経験等により個人差は考えられるが一般的には25℃、競泳にはそれよりわずかに低いのが適當のようである。これについては例えば「文部省：水泳安全指導の手びき、昭和37年、p.50」「吉田、米谷：水泳読本、昭和31年、p.149」にもみられ、また岸も適温は23℃以上であると報告している。「岸樞夫：水泳時における体温の一考察、体育学研究、Vol.5, No.1, 1960, p.197」従って水泳適温の範囲は競泳の場合の水温（水温に関する規程は日本水泳連盟競技規程にはない。ただ附則の競泳池公認規則の(3)に「競泳池の距離は25℃における換算値で構造物の実測距離と公認距離との差異を認容する」とあるが、これは特にこの場合には関係はない）も考慮すると23℃～27℃が大体温泳適温の範囲といえよう。

** 本稿では23℃以下の水温を低水温として扱ったのである。

(1) この資料は小樽水泳指導者連盟の講習会日誌による。

第1表 水泳講習会の環境条件

期日	天候	気温	水温	期日	天候	気温	水温	期日	天候	気温	水温
35.7.28	曇	23°C	21°C	36.7.27	曇	27°C	20°C	37.7.27	晴	26°C	22°C
29	晴	26	22	28	曇	26	20.5	28	曇	25	23.5
30	晴	27	22	29	晴	27	23	30	曇	22	21
8.1	晴	27	23	31	晴	27	23	8.1	曇	22	22
2	曇後雨	23	21.5	8.1	晴	28.5	23	2	曇	24	21
3	晴	26	23	2	晴	28.5	24				
4	晴	28	23	3	晴	28	23				
5	晴	27	22	4	晴	30	26				
				5	晴	25	24				
				7	小雨	23	21				
平均気温		25.9°C		平均気温		27.0°C		平均気温		23.8°C	
平均水温		22.19°C		平均水温		22.75°C		平均水温		21.90°C	

3年間の晴の日の平均気温27.7°C

3年間の晴の日の平均水温23.07°C

3年間の曇の日の平均気温23.8°C

3年間の曇の日の平均水温21.27°C

していない。水温について各年度をみると適温 23°C より平均水温が 0.20°C ~1.10°C 低い。また天候不良の日には気温は勿論のことであるが平均水温が -1.73°C の低下を示しており低い水温の状態となっているのである。この水温状態の傾向は各年度における本道各地の気温状況から推察して、地方的に多少の差は考えられるのであるが全道的にみた場合においても同じ状態ではなかろうかと思われるのである。

上述の如く気候的状态からしてシーズン中においても常時水泳適温ということは期待出来ないし、また本道のように短期間の水泳シーズンでは如何しても選手は早期の低い水温 (20°C 以下) でも練習をしてゆかねばならないのが実情である。

昭和37年2月、東京で競泳指導者会議⁽²⁾が開かれたのであるが、その席上で

(2) 第1回東京大会(オリンピック)選手強化競泳指導者会議、東京国立競技場
1962.2.18~19.

宮下は水泳の水温としては 15°C 以上であればよいが、ただ低水温の場合の練習ではエネルギー消費が大きいと考えられるので練習としては余り効果を期待することは出来ないのではなからうかと述べていたが、しかし、この点についての実験的研究は未だなされていないと思う。これは本道の様な寒地における水泳の問題として研究されなければならないものであって、低水温時の合理的練習法はどの様にすべきか。選手の健康管理面、また練習効果の面からもこの点については十分検討されなければならない問題であろうと思うのである。また上野は「水温 $21^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$ では年少者はもう冷たく嫌がる。まして 20°C 以下にあっては絶体に不適當である⁽⁸⁾」と述べているのであるが、低水温は年少者に限らず一般水泳初心者に対して技術修得上に、また身体上に及ぼす影響は大きいと考えられるのであって適温時と異なり、選手の練習においても一般の水泳指導においても、かかる低水温の状態における指導管理は当然何等かの特殊性をもったものでなければならないと思うのである。ただ単に経験的指導のみに終ってはならないのであって、低水温に対する合理的、科学的指導が必要であろうと思うのである。

はじめとして低水温下において体温はどの様な変化をするであろうか。この傾向を把握することが管理のための根本的な一問題と思う。ところで《水温と体温》に関する資料としては相馬⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾、村上⁽⁷⁾、岸等⁽⁸⁾の研究があるが、この中で低水温に関するものは相馬、岸の実験例中 21°C と 22°C の二例のみであって他は各れも気温 27°C 以上、水温 23.5°C 以上の環境条件下で実験されたもので有り低水温に関する資料は乏しいのである。

本稿はその基礎的な資料を得んとする目的で第1報として児童、生徒の水

(3) 上野徳太郎：水泳指導の警戒，昭和31年，p. 12，万有出版。

(4) 相馬武美：皮膚温に関する一研究1，体育学研究，Vol. 4，No. 1，1958，p. 94。

(5) 相馬武美：皮膚温に関する一研究2，同上，Vol. 5，No. 1，1960，p. 196。

(6) 相馬武美：皮膚温に関する一研究3，同上，Vol. 6，No. 1，1961，p. 120。

(7) 村上長雄，他2名：学童の舌下温に対する海水浴の影響，体育学研究，Vol. 1，No. 5，1957，pp. 222—226。

(8) 岸樞夫：前掲書，p. 197。

温 $19.5^{\circ}\text{C} \sim 22.5^{\circ}\text{C}$ における低温変動について調査したのでその結果について報告する。

2. 実 験 方 法

(a) 対 象

中学生（初心者）女子 3 名，7 月 27 日

中学生（初心者）男子 3 名，8 月 2 日

中学生水泳部員，女子 3 名，8 月 2 日

小学生（初心者）男子 2 名，8 月 17 日

(b) 器 具

柏木式水銀検温計（1 分計）を使用し，約 2 分間舌下温を計温（口腔検温）した。

(c) 方 法

入水前対照となる体温を計測し，15 分間の水泳後坐居で 1 回目は 5 分毎に 30 分間計測し，2 回目は 30 分迄は 5 分毎に，以後は 30 分と 60 分後に計測した。小学生は 1 回目は 15 分の水泳後 5 分毎に 15 分間計測した。これに関連した環境条件は第 2 表の様であった。

第 2 表 測定期間中の環境条件

月 月	7・28	8・2	8・17
天 候	晴	曇	晴
気 温	25.5°C	23.9°C	26°C
水 温	22.5°C	21.5°C	19.5°C
場 所	海 岸	プ ー ル	プ ー ル

(注) 風速については風速器故障のため測定出来なかった。

3. 結果とその考察

1. 結果

(a) 中学生（初心者）女子 3 名の体温変動。7 月 28 日。

1 回目は 3 名とも退水 5 分後には -1.5°C の体温下降をみた。以後徐々に回復するが 15 分後には佐藤は温度下降分の半分以上に回復したが、本間、新穂は半分以下の体温であった。2 回目は佐藤、本間は各時間における温度下降が 1 回目より大きく、新穂は 1 回目と余り変化なく、むしろ 10 分後の体温を除き各時間における温度は高かった。30 分後には 3 名とも殆んど対照時近く迄回復した。

(b) 中学生（初心者）男子 3 名，女子部員 3 名の体温変動。8 月 2 日。

男子 3 名とも 1 回目は $-0.95^{\circ}\text{C} \sim 2.45^{\circ}\text{C}$ の体温下降をみた。30 分後をみると小林は三浦，岡田よりも回復がおそく水泳技術が未熟で入水中殆んど泳がず休んでいる時間の方が多かった。2 回目は 1 回目に較べて各時間の体温下降がみられた。30 分後には対照時の近くまで回復した。女子 3 名は 1 回目退水後 5 分には $-0.8^{\circ}\text{C} \sim 1.1^{\circ}\text{C}$ の体温下降を示した。竹原は 10 分後には下降分の半分以上の著しい回復の度合を示し，藤平は下降分の半分近く迄回復した。小島は 15 分後には完全に対照時の体温迄回復した。

(c) 小学生（初心者）男子 2 名の体温変動。8 月 17 日。

気温は割合に高かったが前日プールの換水をしたため水温は低かった。1 回目は 2 名とも体温低下著しく 5 分後には $-2.0^{\circ}\text{C} \sim 2.5^{\circ}\text{C}$ の低下をみた。以後徐々にではあるが回復するが 15 分後においても対照時よりも $-1.8^{\circ}\text{C} \sim 2.1^{\circ}\text{C}$ の低い体温であった。2 回目は 1 回目より体温の下降は大きく，平田は 5 分，10 分後，伊藤は 5 分，10 分，15 分後においても 35°C 以下を示していた。伊藤は全身ふるえ寒さを訴えた。30 分後には平田は対照時の -1.0°C 迄回復したが，伊藤は 60 分後においても 35°C 台の低い体温であった。2 名とも水泳技術があり，殊に伊藤は殆んど泳がず入水中休んでいるの方が多かった。

以上(a)(b)(c)に関する体温変動については第3表の示す通りである。

第3表 退水後の個人別体温変動

期 日	被 検 者	入 水 前 の 体 温	回数	時 間				
				5分	10分	15分	30分	60分
7.27	佐藤	37.20°C	1	35.70	36.00	36.90	37.10	37.00
			2	35.30	35.50	35.95	36.80	
	本間	36.90	1	35.70	35.70	35.90	36.70	36.90
			2	35.20	35.50	35.80	36.40	
	新穂	36.70	1	35.20	35.40	35.60	36.30	36.65
			2	35.30	35.40	35.80	36.50	
8.2	小林	37.50	1	35.05	35.30	35.60	36.50	37.30
			2	35.10	35.20	35.45	35.90	
	三浦	37.60	1	36.30	39.80	36.80	37.05	37.50
			2	35.90	36.30	36.30	36.90	
	岡田	37.40	1	36.45	36.30	36.55	37.10	37.20
			2	36.30	36.50	36.50	36.80	
8.2	竹原	37.20	1	36.10	36.90	36.90	37.10	37.00
			2	36.25	36.50	36.70	36.90	
	藤平	37.10	1	35.50	36.10	36.20	36.50	36.80
			2	35.30	35.80	36.05	36.30	
	小島	36.60	1	36.10	36.20	36.90	36.90	36.80
			2	36.00	36.30	36.50	36.90	
8.17	平田	37.80	1	35.30	35.50	35.70	36.80	37.30
			2	35.30	35.00	35.80		
	伊藤	37.30	1	35.30	35.30	35.50	35.60	35.90
			2	35.00	35.00	35.00		
				以下	以下	以下		
				以下	以下	以下		

(注) 舌下温計温値の小数点以下2位は0.05°Cを中心として近い方をとった。

2. 考 察

個人差もあるが一般的傾向として15分間の入水時間に対する体温下降と回復の度合については体温下降度 -2.0°C までの場合においては1回目は退水後15分において下降分の3分の1~2分の1の回復を示し、15分~30分にかけて対照時の近く迄回復する。入水2回目後は下降度は1回目より大きく回

復の度合も時間的におくれる。⁽⁹⁾岸の報告によると気温 26.5°C, 水温 23.5°C, 入水時間15分で高校生(初心者)が退水10分後には体温下降分の約半分回復したと述べているが, 本実験では15分後においてそれがみられ約5分以上の回復時間のおくれがみられたのであるが, これは気温, 水温の差異によるものであらうと思われるのであるが, なお, 年齢的な差も考えられるのでこの点, 今後検討してゆきたいと思う。

女子部員は退水後, 短時間において著しい回復の度合を示し, 15分後には対照時近く迄回復し, 2回目はやや体温は1回目より下降するが, いずれも30分迄には対照時の体温まで回復する。また他と比較して退水後5分の体温

第4表 退水後の体温変動平均

期 日	被 検 者	回数	時 間				
			5分	10分	15分	30分	60分
7.27	佐 藤	1	-1.50	-1.23	-0.80	-0.23	
	本 間 (女)		(-0.27)	(-0.43)	(-0.57)		
	新 穂	2	-1.67	-1.47	-1.18	-0.37	
			(-0.20)	(-0.29)	(-0.81)	(-0.29)	
8. 2	小 林	1	-1.57	-1.30	-0.87	-0.62	
	三 浦 (男)		(-0.27)	(-0.43)	(-0.25)		
	岡 田	2	-1.73	-1.50	-1.42	-0.97	
			(-0.23)	(-0.08)	(-0.45)	(-0.80)	
8. 2	竹 原	1	-1.17	-0.67	-0.40	-0.23	
	藤 平 (女)		(-0.50)	(-0.27)	(-0.17)		
	小 島	2	-1.28	-0.93	-0.65	-0.37	
			(-0.35)	(-0.28)	(-0.28)	(-0.17)	
8.17	平 田	1	-2.25	-2.15	-1.95		
	伊 藤 (男)		(-0.10)	(-0.20)	*		
		2	-2.55	-2.55	-2.15	-1.35	
			*	*	*	(-0.40)	

(注) () 内の数字は体温回復の度合を示す。*の数字は平田の5分, 10分後, 伊藤の5分, 10分, 15分後の体温が35°C以下を示し, 計測出来なかったの
で各時間における変動値を各々35°Cとして計算して出したものであって実
際には, ここに示された数値以下なのである。

(9) 岸 樞夫: 前掲書, p. 197.

下降度が少なかった。これは恐らく入水中の活発な筋運動により、体温調節機能における体熱生産量と損失量との関係において、その差の補いが短時間で出来たものであろうと考えられるのである。また身体の水に対する馴化という点から部員は他に比して「なれ」の程度が高いと思われるのであってその結果が、この変動傾向となって示されたものとも考えられるが、しかし、この少ない例数のみからしては一概には断定出来ない。

また男子は体温回復の度合において女子よりおくれている様であるが、これは男子1名が体温下降度が大きく、従って各時間における回往の度合がおくれたことが影響している。

第5表は村上⁽¹⁰⁾等の実験報告によるものであるが、これは小学生6年の男女を対象として3日目の水浴前と水浴20分、休息15分を3回繰返した後の2回についての舌下温変動を示しているものである。環境条件としては天候は曇

第5表 海水浴前後の舌下温

人 数	男		女	
	前	後	前	後
1	37.00°C	36.80°C	37.00°C	36.30°C
2	37.00	35.80	37.00	36.40
3	37.10	35.20	36.80	36.40
4	37.30	36.50	36.90	36.50
5	37.05	35.90	37.40	36.80
6	37.40	36.40		
7	36.80	36.90		

体温変動の平均 -0.88 体温変動平均 -0.70

時々雨、風速 7.4 m, 水温 28°C, 湿度 91% であり気温についての報告はされていない。水温差は著しいがその他の環境条件、実験方法例えば入水時間、入水回数、水泳練習の日数等より比較推察すると本実験の場合（勿論年齢的差異の問題があるが、この場合は特に考慮しなくともよいと思う）は体温の変動においてその測定値は小さい値を示すであろうと予想したのであるが、

(10) 村上長雄, 他 2 名: 前掲書, p. 223.

本実験 2 回目, 15 分後の体温変動平均値が大きい数値を示した。この値定値差の原因はただ単なる水温差によるものとのみ考えてよいであろうか。⁽¹¹⁾相馬は皮膚温の変動からして練習月数を重ねるにつれて各温度(この場合は前頭部, 上腕部, 下腿部の温度をいう)の低下の度合が減少し, かつ低下した各温度の回復の度合が高まることは, 身体の水に対する馴化が最も大きな原因であると思われる⁽¹¹⁾と述べているが, 果して3日間の水泳練習で水に対する身体の馴化の程度は, どの程度進むものかは疑問が残るのであるが, しかし, この点に関する検討も加味されなくてはならないと思う。この点については講習会等の数日間にわたって水泳練習する場合の入水, 休息時間の配分の仕方に関係してゝる問題であって今後検討をしてみたいと思う。

小学生の場合, 水温 19.5°C と低かったのであるが, 緒方は成人と幼小児の⁽¹²⁾間には著しい体温機能能力の差異があるといっているし, 同様に斎藤, 佐藤⁽¹⁸⁾も指摘しているのであるが, 加えて水泳技術も未熟であり, 運動量も自ら制限を受けるので体温への著明な影響となって現われて来たものと考えられる。従って児童の水泳練習には環境条件には十分留意する必要があり, また適当な運動量を与えられる様な指導が行なわれなくてはならないと思うのである。

4. 要 約

水温 21.5°C ~ 22.5°C , 入水時間15分間における生徒の体温変動の一般的傾向として, 男女共 -1.5°C 前後の体温下降が退水後5分においてみられた。変動過程において10分~15分にかけて回復の度合が大きく, 女子部員においては休息時間の前般5分~10分に大きな回復の度合を示した。2回目は1回目に比して一般的に体温は下回り, 従って時間的に回復も少しおくれるが,

(11) 相馬武義: 前掲書, Vol. 5, No. 1, 1960, p. 196.

(12) 緒方維弘: 寒冷と体温調節, 1949, 東京, 南条書店.

(13) 斎藤一男, 佐藤宏: スポーツ医学概論, 昭和24年, p. 36, 文光堂.

1, 2 回目とも 30 分後には大体対照時の体温近く迄回復する傾向を示した。従って 15 分間の入水時間に対しては少なくとも 20 分以上の休息時間が必要であり, 入水回数が増すにつれて入水時間を 15 分より短かく休息時間を 20 分より長くしなくてはならないと考えられるのである。

小学生の場合, 水温 19.5°C と今回の実験例中最も低い水温であったが, 体温への影響は著しく, 1 回目退水 5 分後には -2.3°C 前後の下降を示し, 15 分後においても 35°C 台の体温であった。2 回目は休息時間が 15 分であったことも響影していたと考えられるが 35°C 以下の著しい下降をみ, 30 分後においても対照時の体温より -1.3°C 前後の低い体温であった。児童は水泳技術も未熟で, これに伴う制限された運動量 (この点については一般中学生初心者も同様であるが), また体温機能の不十分のため体温低下は著しく回復時間も長かったのであるが年少者の水泳練習においてはこの点に留意して環境条件に注意するとともに, 初心者の場合も同様に年齢に応じた適当な運動量が与えられる様な指導方法が実施されなければならないと思う。

以上の如く児童, 生徒の体温変動についてその傾向を考察したのであるが当結果の傾向は, 少ない実験例による低水温における一部の傾向であるに過ぎないのであって, 今後は多くの例数により低水温における練習期間と身体の馴化, 入水時の運動負荷量と体温変化, 年齢別, 性別による体温変動傾向について考察してみたいと思っている。また出来得れば温度計に銅コンスタンタン熱電対及び指示検流計を使用して体温計測として舌下温とともに皮膚温についても検温してみたいと思う。

(1962・10・5)