

遠泳実習における遠泳時体温変動

田中英登、斎藤歎能*、佐野裕*、田村誠、落合優*、
蝶間林利男、横山直也*、木村昌彦*、伊藤信之*

Body Temperature Change during Long-Distance Swim

Hideto TANAKA, Kiyoshi SAITOH*, Hiroshi SANO*, Makoto TAMURA, Masaru OCHIAI*,
Toshio CHOMABAYASHI, Naoya YOKOYAMA*, Masahiko KIMURA*, Nobuyuki ITOH*

<はじめに>

横浜国立大学教育学部体育教室では体育専攻及び一般体育の学外集中実習として、臨海実習（昭和30年～）、スキー実習（昭和29年～）、スケート実習（昭和32年～）、キャンプ実習（昭和46年～）を行ってきた（資料1）。これら学外集中実習の意義は、1）効果的な技能修得、2）シーズンスポーツの実体験、3）集団行動による規律心の向上、および4）自然環境との共生（安全教育を含む）、などが挙げられる。

資料1 横浜国立大学体育教室学外実習の歴史（平成11年度まで）

| 遠泳（臨海）実習 | スキー実習 | スケート実習 | キャンプ実習 |
|-----------------------------|---|---|-----------------------------|
| 鎌倉材木座（S30～S41） 体育専門、教材研究 | ツバメ温泉（S29～S32） 体育専門 | 反町スケートセンター（S32～S35） 一般体育 白樺湖（S32～S38）体育専門 | 野尻湖（S46～S48） 体育専門 |
| 静岡戸田（S42～S45） 体育専門、教材研究 | ツバメ温泉（S33～S36） 体育専門、一般体育 | 富士スバルランド（S51～H2） 体育専門 | 菅平高原（S49～H10） 体育専門 *各年開講 |
| 千葉岩井（S46～S62） 体育専門、教材研究 | 蔵王温泉（S37～S43） 体育専門、一般体育 | 軽井沢スケートセンター（H3～H11） 体育専門 *各年開講 | 菅平高原（H8～H11） 一般体育 |
| 千葉岩井（S63～H9） 体育専門 | 蔵王温泉（S46）一般体育 野沢温泉（S46）体育専門 | | |
| | 菅平高原（S47～S54）一般体育 野沢温泉（S47～S48）体育専門 菅平高原（S49～S50）体育専門 | | |
| | 熊ノ湯温泉（S51～S56）体育専門 | | |
| | 戸隠高原（S57）体育専門 | | |
| | 志賀一ノ瀬（S58～H10）体育専門 | | |
| | 菅平高原（H8～H11）一般体育 | | |

「スポーツに事故はつきものである（危険の同意：Assumption of Risk）」と一般的に言われているが、発生事故の多くは個人の不注意や指導者の安全管理不備によるものである。特に、上述しているような自然環境下での生活やスポーツ活動では、予期できないような事故（Inevitable

Accident) が常に発生しうる可能性を秘めており、平成11年8月丹沢山塊で起きた玄倉川水難事故は自然の恐ろしさを再認識させ、自然環境における指導者の安全管理がより一層重要であることを改めて感じさせるものであった。そこで今回、学外実習における安全を確保するための一助となるよう、臨海実習における「遠泳」について取り上げた。

遠泳とは、「主として海で、おおむね1km以上の距離を計画的に泳ぐことである」と定義されており、その効果として体力的効果、精神的効果、技術向上、水に慣れる、などが挙げられている¹⁾。体力的効果は、遠泳が長時間一定の動作を反復し、持続する運動であるため、持久力の向上につながる。遠泳実習前後の体力テストの比較研究において、持久的能力が増大することが示されている。また、遠泳は動作の単調さのため、精神的疲労感が常に伴うが、精神的な苦しさに負けることなく、1ストローク1ストローク着実に進まなければ道は開かれない。このような点からも、身体的な持久力の増強とともに、精神的な持久力も養われる。技術の向上は、プールにおいても得られるものであるが、海での遠泳実習のように特に長い距離を連続して泳ぐことは、水泳中の無理な姿勢や体位、不要なエネルギー消費、不合理な動作などの技術上の欠点を矯正する効果がある。水に慣れると言うことは、海においては慣海性を高めることである。慣海性を高め、向上させることは、日本のように日常の中で海に接する機会が多い国では、生活経験を豊かにするとともに、生命の安全性を高めることから必要である。海を沖遠く長時間泳ぐことにより、海の様々な自然の変化に遭遇し、自然の美しさ、楽しさ、そして恐さを知ることができ、それは学生の一財産となるに違いない。

このように、遠泳はその教育的効果からも有益な実習であると言えるが、自然の海の変化は激しく、常に一定の条件で泳ぐことはできず、指導法を間違えれば悲惨な事故を招くことになる。海的环境変化として、水温、潮流、波高などが挙げられる。その中で、水温の変化は、生体の体温水準に大きく影響を及ぼすことが知られている。これは、環境との熱交換という観点からみると、水の比熱は空気の4.000倍、熱伝導率は25倍もあるため、冷水中ではたとえ安静時の15倍の熱産生があっても、熱損失の方が大きく体内温は下降するからである。健康人の体内温は生体の恒常性維持機構により37℃前後に保たれているが、体内温が35℃未満になると調節機能障害を、29.5℃以下では調節機能損失状態となり、生命の危機に至る²⁾。実際に、水温18℃の肩下浸水時に、個体条件によって1時間で体温が34℃台まで低下する³⁾。また、このような著しい低体温状態でなくとも、僅かな体温低下によって筋疲労、痙攣、感覚麻痺などが現れやすくなり、それが大きな事故につながることもある。本研究では、2時間以上連続的に泳ぐ遠泳時の体温が環境条件や個体条件によってどのように影響されるかを明らかにし、遠泳時の低体温による障害、事故を防ぐ一助となるよう調査を行った。

<調査方法>

調査は平成3年から9年（平成4年、7年は除く）までの横浜国立大学教育学部体育専攻生（主として1年生）を対象とした遠泳実習時に行った（何れも7月中旬）。

調査内容は、体型（キャリパーによる皮下脂肪厚）、体温（遠泳前のWarming-up直前および遠泳終了後5分の舌下温5分間値）、水泳能力（平泳ぎの泳げる距離から3段階評価）、環境測定（天候、気温、湿度、水温、波高）である。遠泳は約2時間で午前中に行い、その距離は当日の潮流などの環境条件によって異なった。

尚、平均値で示された結果のばらつきは、標準誤差で示した。

表1 環境調査結果

| 年度 | 天候 | 気温 (℃) | 水温 (℃) | 波高 |
|-------|------|--------|--------|----|
| 平成3年度 | 曇時々晴 | 26 | 24 | 中 |
| 平成5年度 | 曇 | 21 | 19 | 中 |
| 平成6年度 | 晴 | 29 | 28 | 中 |
| 平成8年度 | 晴 | 28 | 25 | 無 |
| 平成9年度 | 晴 | 26 | 23 | 低 |

<調査結果及び考察>

各年度、男女の調査を行ったが、女子の人数が少なく、また女子は性周期による体温への影響があるため、本研究では男子のみの結果を示すことにした。男子の調査人数は、40名（平成3年）、34名（平成5年）、29名（平成6年）、33名（平成8年）、40名（平成9年）であった。

表1に示したように、各年度の遠泳時の環境条件は異なっていた。

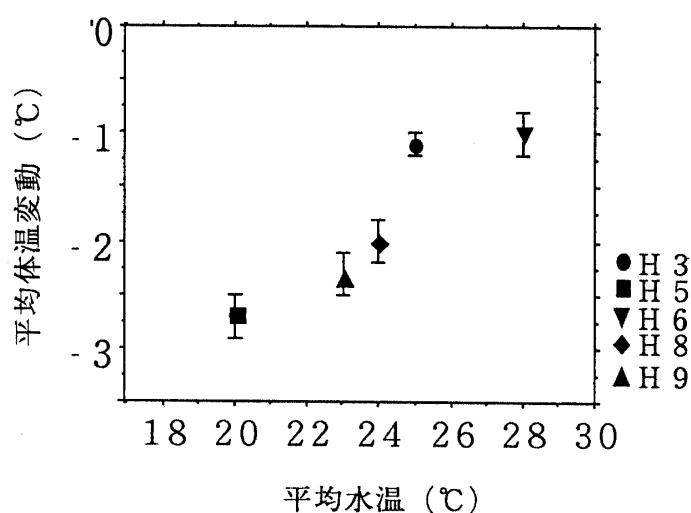


図1 遠泳時の水温と体温変動

図1は各年度の遠泳前後の体温変動の平均値を水温に対して示したものである。何れの調査年度とも体温の低下が示され、その低下度は水温に依存する傾向を示した。

水温以外の個体条件の違いによる体温変動について検討するため、皮下脂肪厚及び水泳能力の影響について分析を試みた。皮下脂肪厚による分類は〔(上腕部皮下脂肪厚+肩甲骨下皮下脂肪厚) / 2〕により算出された値から、10mm未満をやせ型、10～15mmを標準型、15mm以上を肥満型とした。また、水泳能力は平泳ぎの能力より、上級者群、中級者群、初級者群に分けた。表2にこの分類に基いた人数分布を示す。

表2 被験者人数分布

(男子)

| 年 | 体型 | | | 泳能力 | | | 総人数 |
|------|----------------|-----------------|----------------|-----|----|----|-----|
| | < 10mm (ヤセ) | 10 - 15 (標準) | 15mm < (肥満) | 上級 | 中級 | 初級 | |
| 平成3年 | 18 | 16 | 6 | 19 | 16 | 5 | 40 |
| 平成5年 | 10 | 17 | 7 | 14 | 10 | 10 | 34 |
| 平成6年 | 6 | 23 | 0 | 7 | 13 | 9 | 29 |
| 平成8年 | 9 | 21 | 3 | 12 | 15 | 6 | 33 |
| 平成9年 | 15 | 18 | 7 | 21 | 13 | 6 | 40 |

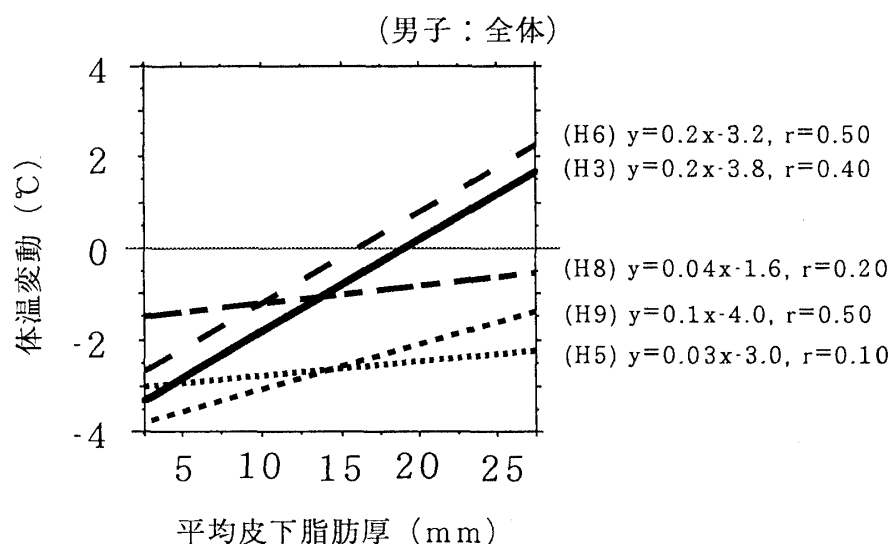


図2 平均皮下脂肪厚と体温変動の関係

図2は各年度における平均皮下脂肪厚と体温変動との関係を示したものである。水泳中の体温変動は水温および皮下脂肪厚に影響されることは既に報告されている^{4) 5)}。本結果においても、皮下脂肪厚が大きいほど、体温の低下度は小さいことが示された。しかしながら、平成8年の水温が平成3年よりも高いにも関わらず、平成8年の回帰直線が、特に皮下脂肪厚が大きくなるにつれて平成3年よりも低い値が示された。また、平成6年は最も水温、気温が高いにも関わらず、皮下脂肪厚が少なくなるにつれて平成8年より体温低下度が大きくなる結果を示した。このことは、水泳時の体温変動に影響する因子は、水温、皮下脂肪厚以外にも存在する可能性を示唆するものである。

遠泳は水泳能力には関係なく、集団で隊列を組んで長時間泳ぐものであり、その速度は水泳能力の低い者にあわせて泳ぐことになる。水泳中の酸素摂取量は水泳速度に比例するが⁶⁾、一定速度で泳ぐことを考えた場合、水泳能力の高い者はゆっくりと余裕を持った泳ぎとなり、逆に水泳能力の低い者は常に一生懸命泳ぐことが想像される。体温の変動は、熱産生量と熱放散量のバランスによって決定される。水泳能力の高い者の熱産生量（代謝量）は水泳能力の低い者と比較し

て低く、また熱放散量はストローク数が多いと思われる水泳能力の低い者において、強制対流伝導（身体から体外への体熱移動）が大きいため、高くなることが想像される。実際、著者らの以前行ったプールにおける実験的調査において、水温18℃での30分間水泳時の直腸温低下度は、水泳能力の優れている者において、大きくなることが示されている³⁾。そこで、遠泳時の体温変動にもこのような水泳能力が影響するか否かを検討するため、水泳能力と体温変動との関係をみた。

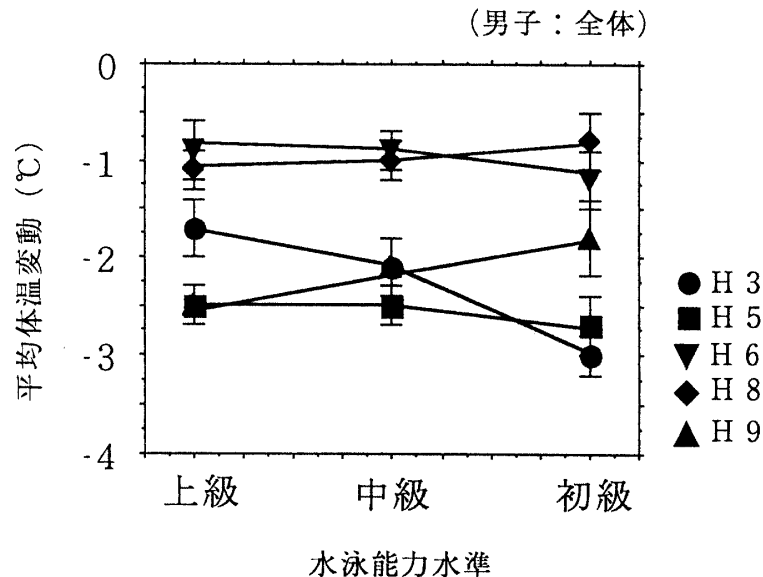


図3 水泳能力と体温変動

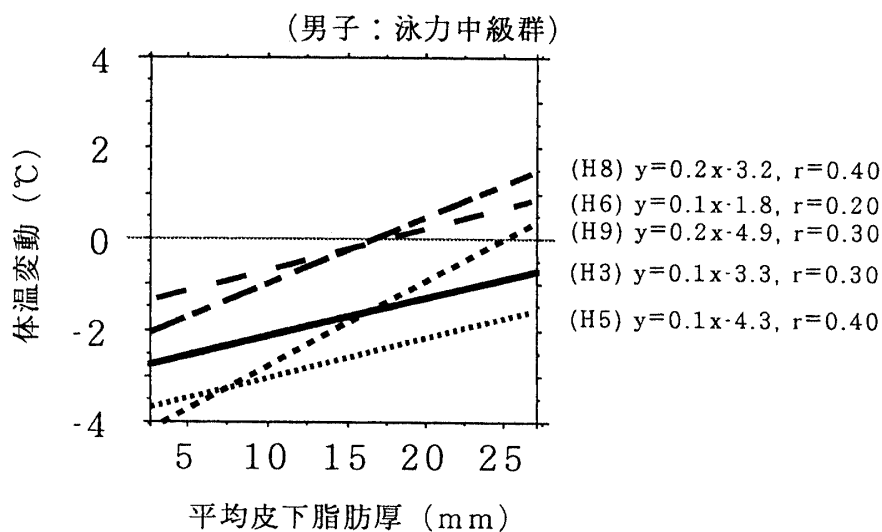


図4 水泳能力中級者における平均皮下脂肪厚と体温変動の関係

図3は各年度の水泳能力と体温変動との関係を示したものであるが、皮下脂肪厚の影響が大きいため体温変動に及ぼす水泳能力の影響はみられない。そこで、水泳能力中級者にしほり、平均皮下脂肪厚と体温変動との関係をみると（図4）、図2（水泳能力の分類を行っていない）で示し

た結果と異なった結果が得られ、環境条件（水温、気温）にほぼ依存した回帰直線が示された。このことは、遠泳時の体温変動に影響する因子として、これまでも報告されている環境条件、皮下脂肪厚とともに水泳能力も関与することを示唆するものである。

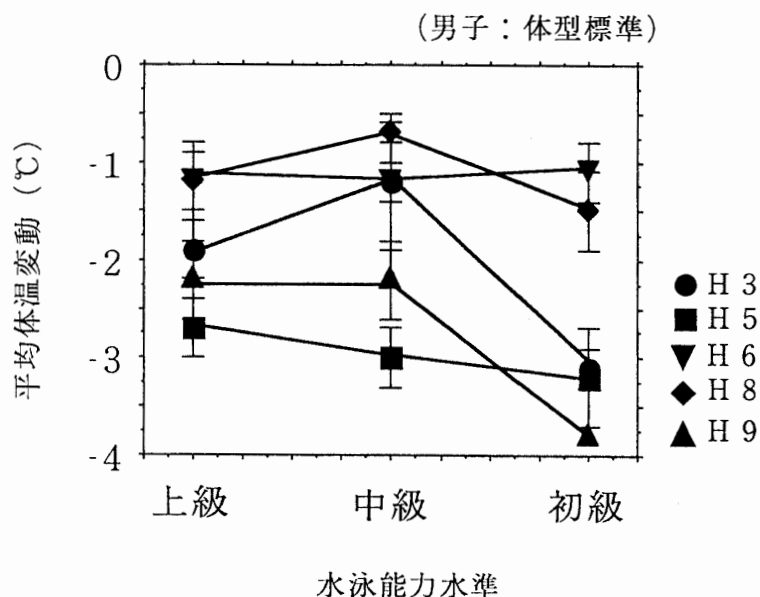


図5 平均皮下脂肪厚標準群における水泳能力と体温変動

図5は体型標準者を対象に、水泳能力と体温変動との関係を示したものである。水泳能力中・上級者に比べて、初級者において体温低下度は大きくなる傾向を示した。特に、平成3年、9年においてその傾向は顕著に示された。この結果は前述したプールにおける実験結果と相反するものである。プールにおいての実験では、水泳時間が30分間であった。そのため、水泳中の熱産生量（酸素摂取量）は中・上級者群よりも高く維持された結果、[熱産生量－熱放散量（強制対流熱伝導量）]の値が、中・上級者群よりも初級者群において上回っていたため、初級者の方が中・上級者よりも体温の低下度が小さかったと考えられる。しかし、遠泳時間は2時間と長いため、初級者群においてエネルギーの涸渇が生じ、熱産生量を高く維持できず、最終的に[熱産生量－熱放散量（強制対流熱伝導量）]の値が初級者群において下回り、体温の低下度が大きくなったのではないだろうか。このことを確かめるためには、2時間水泳時の酸素摂取量と水泳能力との関係を調査することが今後さらに必要であろう。また、平成3年、9年とも水温23、24℃、気温26℃と差がないことから、このような環境条件における遠泳実習時には、特に平均皮下脂肪厚の少ない者及び水泳能力が低い者において体温が低下することが予想され、指導者においては十分に注意することが必要と思われる。

<おわりに>

本研究は遠泳時の体温低下に伴う障害、事故を防止するための一助となるよう行ったものであるが、「子供を車と水の事故から守ろう」といわれているように、子供の不慮の事故による死因において、水難事故死の多さが問題とされている⁷⁾。最近では、スイミングスクールに通う子供も多くみられるが、人工的なプールの中で水泳技術を修得させることだけでなく、自然環境との

共生（自然教育、安全教育）を考えさせるなど、むしろ学校教育の中で指導していくことが必要ではないであろうか。また今日、社会問題となっている子供の自殺やいじめ問題に象徴される死生観を克服し、生命の尊厳を取り戻させる教育として、あるいは集団の中での個人の生かし方や協調性等を身に付ける場として、やはり大自然の中での集団実習活動は有効なものではないであろうか。しかしながら、小学校教育現場ではこうした遠泳を、必ずしも十分に指導ができる経験を持っているとは言い難い。横浜国立大学体育教室では、以前に教員養成課程の学生に対して臨海実習を行っていた時期があったが、現在は体育専攻生のみを対象にしている。現代の子供の抱える問題を考えた時、小学校教員養成課程においてはこうした臨海実習を再び必修科目として行ってもよいのではないであろうか。

謝辞

横浜国立大学体育教室学外実習に関する資料を提供していただきました、酒井志郎先生に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 佐野清次郎著（1968）遠泳－指導法と海の知識－不昧堂出版
- 2) 入来正躬、浅木恭著（1992）高齢者の体温の異常と冷環境への適応（日本生気象学会編生気象学の事典pp56-57）朝倉書店
- 3) 田中英登、長谷川博（1995）低水温水泳時における体温変動と皮下脂肪厚及び水泳運動能力との関係 水泳指導法研究・p15－22
- 4) Holmer I and Bergh U (1974) Metabolic and thermal response to swimming in water at various temperatures. J.Appl.Physiol. 33. p702-705
- 5) Pugh LGC and Edholm OG (1955) The physiology of channel swimmers. Lancet2. p761-768.
- 6) Nadel ER, Holmer I, Bergh U, Astrand PO and Stolwijk JAJ (1974) Energy exchange of swimming man. J.Appl.Physiol. 36. p465-471.
- 7) 国民衛生の動向（1998）p56（財）厚生統計協会