

平成 21 年度

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科 修士論文

遠泳、スノーケリングにおける深部体温変化と身体組成
ならびに栄養摂取状況の影響

スポーツ科学領域 スポーツ医科学分野

石原智美

論文指導教員 鈴木勝彦

合格年月日 平成 22 年 3 月 1 日

論文審査員

主査 米田 健武

副査 河合 祥雄

副査 鈴木 勝彦

目次

	頁
第一章 緒言	1
第二章 関連文献の考証 (背景)	
第1節 低体温症	3
第2節 体温変化と Body mass index、体脂肪率、皮下脂肪厚との関係	3
第3節 寒冷環境がパフォーマンスに及ぼす影響	4
第4節 水泳中の事故・障害	5
(1)水難事故発生状況	5
(2)水泳中の不整脈と水温	6
第5節 寒冷耐性におよぼす食事の影響	7
第6節 鼓膜温による体温測定について	8
第7節 カプシエイトの体温上昇効果	9
第三章 目的	11
第四章 方法	
第1節 被験者	12
研究1 OWS,遠泳における深部体温変化と栄養摂取状況の影響	12
研究2 スノーケリング,水泳における深部体温変化とカプシエイト摂取の影響	12
第2節 測定項目と方法	13
第3節 測定条件	15
研究1 OWS,遠泳における深部体温変化と栄養摂取状況の影響	15
研究2 スノーケリング,水泳における深部体温変化とカプシエイト摂取の影響	16
第4節 統計方法	17

第五章 結果

第1節 OWSにおける深部体温変化におよぼす栄養素摂取量の影響(研究1)	18
第2節 遠泳における深部体温変化におよぼす栄養素摂取量の影響(研究1)	20
第3節 スノーケリング、水泳における深部体温変化とカプシエイト摂取の影響 (研究2)	23

第六章 考察

第1節 OWSにおける深部体温変化(研究1)に関する考察	24
第2節 遠泳における深部体温変化(研究1)に関する考察	25
第3節 スノーケリング、水泳における深部体温変化とカプシエイト摂取の影響 (研究2)に関する考察	26

第七章 結論	28
--------	----

第八章 文献表	29
---------	----

第九章 謝辞	34
--------	----

第十章 欧文要約	35
----------	----

図 1~21

表 1~13

別添資料 p1~4

第1章 緒言

遠泳、オープンウォータースイミング（以下 OWS）、スノーケリングなどの水中運動では、体温より低く、熱伝導率が空気よりも約 25 倍高く、比熱が空気の約 4 倍も大きい³⁵⁾海水（水）への熱損失により、深部（芯部）体温の低下が生じる。深部体温や筋温の低下は、運動パフォーマンス低下をもたらし、円滑な水泳動作が維持できなくなる。安全な水中運動の維持のためには体温低下を防ぐことが肝要である。

滝興治「常陸の海水浴」によれば、我が国では、江戸時代から潮湯治という風習があった⁵³⁾というが、海中に入る「海水浴」は、松本順先生の我が国への紹介以来のことである⁶¹⁾。先生が海水浴の効能などについて記した“海水浴法概説”によれば、海水浴には、「皮膚の知覚神経を刺激して血管系等の弾力を亢進する」「海流に抵抗して筋肉を働かせ、筋力を高める」などの効能があるとされている³²⁾。現行中学校学習要領ならびに高等学校学習要領の内容の取り扱いにおいても、文部科学省が「自然とのかかわりの深いスキー、スケートや水辺活動などの指導については、地域や学校の実態に応じて積極的に行うことに留意するものとする」としている³⁶⁾³⁷⁾。自然と関わりの深い水辺活動の中には遠泳も含まれると考えられ、実際、現在国内の教育機関において心身の鍛練、自然の理解などを目的として臨海学校、遠泳実習が連綿として継続されている⁶⁰⁾。川・湖・海での競泳である OWS は 2008 年北京五輪から正式種目になり、近年参加者が急増している⁶²⁾。

遠泳・OWS は室内プールと異なり、低温の海水・淡水での活動であるため、深部体温の低下が起きやすい。体脂肪率、皮下脂肪厚の少ない者ほど体温低下の傾向が強いことが知られているが⁴³⁾、遠泳実習や OWS 大会の行われる 7 月の関東地域の海水温は、しばしば 20℃近くまで低下する²⁶⁾。海水温 20℃の約 2 時間にわたる遠泳では体温は平均で 2.5℃近く下がることが報告されており⁵⁴⁾、参加者の体温低下に配慮が必要となる。国内の遠泳大会において低体温のためにリタイアした選手の例が散見される¹³⁾など、OWS では低水温下での長距離泳が想定される。

生体が寒冷に暴露されると、熱放散の調節と共に、熱産生の促進が起こる。肝臓やその他臓器における代謝の上昇も起こるが、shivering（ふるえ）が熱産生の主体をなす³⁹⁾。生体が寒冷にさらされると、まず副腎髄質からアドレナリンの分泌が増し、皮膚血管の収縮を促進して熱放散の節減をはかる。筋血管は収縮せず筋血流は増し、一

方では血糖値が上昇し、筋収縮やふるえによる熱産生が上昇する。このような代謝亢進時には糖の利用増加が起こり、その後貯蔵脂肪のエネルギー源としての利用増加に伴って呼吸商が低下することも知られている³⁹⁾。体内の脂肪の一部は皮下脂肪としての防熱的作用を持つとともに、熱産生の材料としても利用されている³⁹⁾。糖質や脂質の摂取割合を増やすことで寒冷耐性が高まるとした複数の報告があり、ふるえ体熱産生に使われたエネルギー源のうち脂質・糖質それぞれの利用割合は約30~70%と報告により様々であり¹⁴⁾、糖質がより有効であるのか、脂肪がより有効であるのかは統一した見解がなされていない¹⁴⁾。

これまで多くの調査は陸上における1時間程度の短時間寒冷暴露について行われており、遠泳やOWSなど長時間の寒冷（水中）暴露における運動前後の体温変化と参加者のエネルギー量やビタミンなどの代謝に関わる栄養素の摂取量の関連性についての報告は少なく、体温調節に効果的な食事指針については更なる研究が求められている。我々が2008年の千葉県内OWS大会にて行った調査では、摂取ビタミンB2量とレース後の体温とに正の相関傾向（ $r=0.46$ $p=0.065$ ）が見られており（投稿中）、ATP産生の際に代謝を円滑にする補酵素となるビタミンB2摂取の多さが体熱産生にも好影響を与える可能性が考えられた。

本研究は二つの調査研究よりなる。

研究1：遠泳・OWS参加者の前後の体温変化と身体組成、参加前1ヶ月間の食事とを比較し、身体組成、エネルギー、ビタミン等のエネルギー代謝に関わる栄養素と体温変化との関連を調査した。

研究2：体熱産生亢進効能を有するとされる健康補助食品摂取の、水中運動後の体温低下に対する防止効果を検討した。

第2章 関連文献の考証

第1節 低体温症

直腸温などの核心温が 35°C未満の場合を、低体温症という²⁰⁾。低体温症のうち偶発性低体温症 (Accidental Hypothermia) は、一般的に無麻酔で自然状態での低体温をさし、登山や海難事故など様々な場面で起こる低体温症を指す²⁰⁾。

Clark et al.⁸⁾、山陰ら⁵⁹⁾の報告を参照し作成した低体温症のステージごとの症状を表1に示した。

第2節 体温変化と Body mass index、体脂肪率、皮下脂肪厚との関係

陸上における体熱の放散は伝導・対流・蒸発・輻射によるが、水中においては、熱伝導率が空気より約 25 倍高く、比熱は約 4 倍も大きい³⁵⁾海水 (水) への「伝導性」放熱と、動くことで体の周囲の水が移動する「対流性」放熱により、体温の低下が生じる¹⁷⁾。

皮下脂肪厚は水中浸身中の体温低下と、それを代償するための代謝に関連する重要な要素で⁵⁶⁾、個々人の体組成は低体温症の発症率、危険性に影響を与えている。皮下脂肪厚が厚く、BMI (Body mass index) が大きい者は体温低下が緩やかであることが報告されている⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾⁴³⁾⁴⁸⁾。BMI 22.5 の男性が、海水温 16°Cでの遠泳で体温が著しく低下 (直腸温 34.5°C) し、衰弱のために遠泳を中止したことが Pugh らにより 1955 年に報告されている⁴³⁾。また、皮下脂肪厚と体温低下の関係について Hayward らは、水温 0°Cにおける安静 (衣類や靴を履きフローティングベストを着けて浮かんでいる状態) での直腸温冷却率が、皮下脂肪厚 (胸、腕、大腿部、ふくらはぎ) と有意な負の相関を示した ($r=-0.72$, $p<0.001$) ことを報告した¹⁵⁾。この実験では、冷却速度は男性で 6.42°C/hr、女性で 5.60°C/hr であり (実際には 30 分で実験終了)、女性の方が水中浸身中の体重当たりの代謝量は低かったものの、体温低下は男性より少なかった。男性よりも女性の皮下脂肪厚が厚いことで体温低下が少なかったとしており、冷水中で体内の熱を保つための保温体として皮下脂肪の重要性を述べている。

子ども、やせ型の人など体格の小さい人では、熱産生源である筋肉量を反映する体容積に対して、熱放散の量を増大させる体表面積が大きく、則ち、体表面積/体容積比 (S/V 比) が大きい。そのため相対的に熱放散量が大きくなり、低水温による体温

低下が大きくなる³⁵⁾。菅原らは、持久性体力に優れた者は持久性体力に劣る者に比して寒冷下運動時の体温調節反応が良好であり、日頃の運動習慣が少なく体力水準の低い者は、体温低下のリスクが高いと報告している⁴⁹⁾。

第3節 寒冷環境がパフォーマンスに及ぼす影響

寒冷環境においては、寒冷ストレスへの反応は末梢（皮膚）と・中枢（視床下部の視索前野）に存在する温度受容器が感知した温度変化に応じて、体恒常性を維持するための生理反応が起こる⁶¹⁾。深刻な体温低下を防ぐために、四肢末端の皮膚血管収縮（熱放散を防ぐための反応）、有酸素性の筋収縮を行って熱産生を増加する微細な筋肉の不随意振戦運動である「ふるえ」、そして臓器（肝臓など）の代謝亢進による熱産生増加を指す「非ふるえによる体熱産生」の増加が起こる。しかし、ヒトのような大型の哺乳類では熱産生組織である褐色脂肪組織の量が少ないため、寒冷下での体温調節性熱産生は主として筋肉の震えによると考えられている⁵⁾³⁰⁾。

震えは熱を産み出すが、これは結果として筋グリコーゲンの枯渇をまねき、巧みなパフォーマンスを低下させるものである⁴⁸⁾。寒冷環境下でのふるえ産熱は骨格筋の不随意的な微少な運動であり、通常は本来の筋運動には影響を及ぼさないが、深刻な体温低下の場合には、筋活動を体温調節のためのふるえ運動に関与させ、姿勢保持はおろか歩行までもが困難になり本来の筋運動の機能が損なわれる⁵⁸⁾。長時間にわたる連続的な筋収縮中には、筋力が低下する。その原因は様々であるが、乳酸の蓄積による pH の低下や、ATP、CP、筋グリコーゲンなどのエネルギー貯蔵量低下、酸素供給の低下、血液量の低下が影響を与える¹⁾。

遠泳を終えて水から上がった後に、四肢末端部位から深部への熱伝導が起こることと、冷えた静脈血が末端から躯幹中心部に戻ることで、深部温度が低下すること（アフタードロップ）もしばしば見られる現象である⁴¹⁾。

遠泳の運動強度 RMR (relative metabolic rate) は 6.8 程度と考えられており¹⁹⁾、体重 70kg の者では 2 時間半の遠泳で消費するエネルギーは約 1170kcal に達する。成人男性が肝臓、筋肉、血中に蓄えられる糖質の熱量はおよそ 2000kcal であり³¹⁾、2 時間半の有酸素運動である遠泳では全てのエネルギー源を糖質に依存している訳ではないので疲労困憊に至るようなグリコーゲンの枯渇が遠泳で起こるとは考え難い。しかし、水泳初心者と鍛錬者ではエネルギー効率が異なり運動量は個人によって差がある

ため、同じ速度で泳いだ場合に水泳初心者ではより大きなエネルギー消費量となって筋グリコーゲンの消費も多くなり、熟練者よりも疲労が早まる可能性が推測できる。

今井らによれば、深部体温低下により血漿量の相対的な減少、血液粘度の増加、Wingate anaerobic test による peak power の低下が起こることが報告されている¹⁸⁾。血漿量の減少は、低体温により血管透過性が亢進することで引き起こされるが、この循環血液量の減少は、結果的に身体の冷却を抑制するものであると今井らが指摘している¹⁸⁾。また、冷水への水中浸身により深部温低下と共に筋温も低下し、神経伝達速度や ATP 分解速度の低下が見られたことが報告されている²²⁾。

水中浸身 (13-15℃) により深部温 (食道温) を低下させた被験者の最大強度の運動 (自転車) パフォーマンスを観察した Bergh らの実験では、深部温が低いほど疲労困憊に至るまでの時間が早く、被験者の $\dot{V}O_2\text{peak}$ も深部温の低下に伴い低下した³⁾と報告されている。18℃、26℃、34℃の水中における水泳での食道温、筋肉温、酸素摂取量、心拍数、血中乳酸値を測定した Holmer と Bergh の報告¹⁶⁾によれば、水温 18℃での最大強度の水泳では、やせ型の被験者 (3名) は直腸温度が 37℃を下回り、26℃および 34℃の時に比べて最大酸素摂取量の低下が起こり、また低水温のときの低強度水泳 (50% $\dot{V}O_2\text{max}$) でも、やせ型の被験者では深部温が低下し、酸素摂取量 (代謝量) の増大 (エネルギーコストの増大) を引き起こしたことから、低体温が水泳のパフォーマンス低下をもたらすことが明らかにされている。

第4節 水泳中の事故・障害

(1) 水難事故発生状況

水難事故とは、屋外の水面において誤って水死し、又はその寸前に救助された場合であって、大雨、高潮、津波又は船舶事故による水難以外のものをいう。発生場所としては海、河川、湖・沼・池、用水路、堀、プールその他の屋外での水面で発生した事故 (屋内プールで発生した事故を含む) を指す²⁷⁾。平成 20 年度に発生した水難事故※発生件数 1435 件のうち、水死者は 829 名であり²⁵⁾、水泳やスノーケリングをはじめとした海や水中でのスポーツでは、事故が起きた場合の死亡リスクが高いことが推察出来る (図 1)。829 名の水死者の行為別内訳を見ると、水泳中が 125 名と 15%を占めており、魚とり・釣りおよび通行中に続き 3 位となっている (図 2)。平成 20 年のスキューバダイビング中の事故における死者・行方不明者数は 18 人であり、過去 10 年

間では3番目に多い値である^{9)-a)}。DAN (Divers Alert Network Japan : 財団法人日本海洋レジャー安全・振興協会)によれば事故の対策として、ダイビングでの場面を想定しながらスノーケリング等を繰り返し行うことにより基礎技術を確実に習得することが肝要であるとしており^{9)-b)}、純粋に海でのフィッシュウォッチングやスポーツとして楽しむスノーケリングのみならず、その鍛錬はスキューバダイビング活動を安全に行う手段にもなり得る。

低体温症は海での活動中に起こり得ると考えられる障害の一つであり、実際国内のOWS大会にて低体温症にてリタイアする選手が散見され¹²⁾、2009年8月鎌倉市で開催されたOWS大会(水温26~28℃)にて3kmレースに参加していた58歳男性が溺死した事故や、同年館山で行われたOWSジャパンオープン(水温22℃)でも10kmレースに出場した24歳女性(やせ型)が低体温によると思われる衰弱の為に途中棄権し病院へ搬送された事故など、低水温に関連すると考えられる事故が特に水温の低かった2009年には複数件発生している。国外の遠泳大会においても、レース後の直腸温度が35℃を下回る選手が複数名見られ低体温症は一般的に起こり得るアクシデントとして知られている⁶⁾⁴⁴⁾。このように、水温・気温が低い場合は特に低体温症への配慮が必要となる。

OWS競技に参加するトップ選手はプールで練習を積んだ長距離泳選手から選抜されることが多く、必ずしも海峡横断泳者のように蓄積された皮下脂肪を持たない⁵⁰⁾。最近増加している一般の遠泳大会においても同様であり、参加選手は様々な運動歴を持ち幅広い体脂肪率の分布を示し、2008年の館山OWS大会での調査(本研究での調査)では3kmレースの被験者男子23名の体脂肪率の範囲は3.0~26.9%、3kmレース男子の平均で12.3%であった(表2)。皮下脂肪の厚いチャンネル・スイマー⁴³⁾とは異なり、競泳種目からOWSへ移行した選手の場合、高い体脂肪率を持たず、天候・海況により寒冷に曝された場合、低体温症となるリスクが生じると考えられた。

(2) 水泳中の不整脈と水温

水泳においては、潜水反射から不整脈が引き起こされる可能性が指摘されている²⁾。水泳中に突然死した事故の原因は明確ではないが、健康成人・小児でも10~50%の頻度で水泳中や潜水中に不整脈が見られることが報告されている²⁾。diving reflex testでは、水温は20℃より下がるに従い徐脈が次第に出やすくなり、冷水により昇圧効果

も見られ、10℃の冷水で行った場合には25℃のときより不整脈の発生率が高まる¹²⁾。このことから、練習とは異なり大会・レースといった全力で泳いでしまいがちな状況では、息を止めるほどの努力により水泳を行うことで潜水徐脈を引き起こし不整脈が発生する可能性があり、また低水温の場合はさらにそのリスクが高まり事故につながる可能性が推察出来る。

第5節 寒冷耐性におよぼす食事の影響

寒冷環境での運動に関して、体温保持反応である筋のふるえ反応のために優勢的に使われるエネルギー源は、主に糖質（筋グリコーゲン）と脂質であると考えられている。その代謝のエネルギー源としては糖質と脂質それぞれの利用率についてこれまで報告があるが結果は一定でない¹⁴⁾。

糖質とふるえに関する研究では、Martineauら³¹⁾は18℃水中安静時の代謝量を測定し、水中浸身15分程度で呼吸商が0.9近くまで上昇したこと、また90分後の筋グリコーゲンが被験者14人の平均で410mmol/kg dry muscleから332mmol/kg dry muscleへ有意に減少したことを示し、筋肉内のグリコーゲン貯蓄量が、骨格筋の熱産生であるふるえ活動を起こすエネルギー源として利用されていることを明らかにした。また、あらかじめ低炭水化物食で筋グリコーゲンを減少させていた群では、水中での震えが弱まり直腸温低下が早まったことも報告されている³¹⁾。

脂質とふるえの関連性については、寒冷環境に馴化したヒトでは血中遊離脂肪酸の利用の促進が示唆されており³⁰⁾、脂質が体熱産生の重要な熱源であると考えられている。Mitchellらの行った8時間にわたる陸上寒冷環境での体温維持機能を検討した調査では、高脂質食群（エネルギー比73%）は高炭水化物食群（同比66%）より体温低下が少ないことが示されている³³⁾。食事に占める脂肪分の割合が多い群は炭水化物の多い群と比べて体温維持能力が高く、これは特に、寒冷暴露中に食事を1回で摂取した場合よりも3回に分けて摂取した場合の方がより効果が高く、食事の間隔を4時間以上空けないことが体温維持に効果的であったという（1回の場合：1日の必要熱量の40%、3回の場合：1日の必要熱量の20%を毎回摂取している）³³⁾。

糖質や脂質がふるえのエネルギー源として利用される際には、ATP産生の過程において補酵素として作用するビタミンB1、ビタミンB2が重要な役割を果たすと考えられる。食事などにより摂取され体内で吸収されたビタミンB2は、フラビン・アデニ

ン・ジヌクレオチド (FAD) に、また一部はフラビン・モノヌクレオチド (FMN) に合成され、両者はエネルギー産生に関与する電子伝達系酵素の補酵素として代謝に重要な役割を果たし⁵²⁾、運動量が増えればその必要量が増す⁵⁷⁾。運動量の多い強化トレーニング期の競泳選手ではオフ期と比してビタミン B2 摂取量の増加に関わらず血中ビタミン B2 指標値の低下が見られたことが報告されており⁴⁶⁾、トレーニング頻度や強度などにより栄養摂取を調整することがコンディションの維持に重要であると考えられている。

このようにふるえによる体熱産生には、脂質ならびに糖質、ビタミン類の果たす役割は重要であると考えられるが、その役割を示す明確な報告は少なく、ふるえと様々な栄養素の摂取の関係については、更なる研究が必要であると考えられた。

第 6 節 鼓膜温による体温測定について

鼓膜と視床下部は共に、頸動脈から枝分かれした動脈の供給を受けており、鼓膜温変化は食道温や脳温の変化と類似し良好な核心温の指標となるとして、鼓膜温計の有用性が報告されている⁷⁾²⁵⁾⁵⁵⁾。Brinell は 1989 年に接触式の鼓膜温度計で正確に測ることで、食道温度よりも平均で 0.1℃高い体温を検出できることを証明した⁷⁾。赤外放射を測定する方式の非接触型の鼓膜式体温計は、1980 年代後半に開発され普及した²⁸⁾。この鼓膜式体温計は、プローブ先端を外耳道に挿入しプローブ先端から赤外線を放射して、鼓膜の温度をセンサーにより検出する²⁸⁾。詳細な仕組みとしては、測定ボタンが押されると鼓膜からの赤外線がプローブカバー前部の窓を通過して赤外線センサーに集められ、その赤外線の熱量を測定し、ディスプレイに現すというものである⁵⁵⁾。日本人における外耳道長平均は 35.3mm、鼓膜の長径は 9.36mm であり⁵¹⁾、プローブを正確に挿入することで熱源としての鼓膜温を検出し得る。赤外線照射式鼓膜式体温計による調査では、トレッドミル運動負荷時に直腸温よりも 0.8~1.0℃低いものの、運動負荷中でも測定が可能であり、直腸温、前額深部温によく追従することが認められている²⁸⁾。また、今回調査に用いた赤外線照射式鼓膜温計「ジーニアス」による鼓膜温度と深部体温(肺動脈温)との差異を検証した実験では相関係数が 0.95 と高い関連性が示されており⁵⁵⁾、ジーニアスによる成人の鼓膜温度を調査したこれまでの複数の報告では、直腸温度よりも平均 0.4℃低い値が示されている⁵⁵⁾。

OWS の場合、海水ならびに外気温により外耳道が冷却されることから直腸温度より

は低い値が検出される可能性があるが、屋外で多人数を対象とした測定が行えることから、低体温症スクリーニングに用いるには鼓膜温度計は迅速かつ非侵襲的な測定ツールとして妥当性があると Rogers らが報告している⁴⁵⁾。

第7節 カプシエイトの体温上昇効果

低水温下での体温低下を防止しうる健康補助食品とされるカプシエイトを考証する。カプシエイト（カプサイシンと同じカプシノイド類の一種）は CH-19Sweet と名付けられた唐辛子から、辛くないが温熱感を与える生理活性成分として分離、命名された¹⁰⁾。カプサイシンとの違いは、カプサイシンはバニルルアミンが脂肪酸とアミド結合をしているのに対し、カプシエイトはバニルアルコールが脂肪酸とエステル結合をしており、結合部分の NH が O に変わっただけの構造である¹⁰⁾。CH-19Sweet にはカプサイシンはほとんど含まれず、ペースト状のものをなめてもごくわずかに辛みを感じる程度であるとされる²⁴⁾が、体熱亢進作用が認められている¹⁰⁾。

カプシエイト摂取 20 分後位から、酸素消費量、体深部（鼓膜）温度が向上する⁴²⁾。カプサイシンは、中枢神経を介して交感神経を刺激し、副腎皮質からアドレナリンやノルアドレナリンなどの分泌を促し、エネルギー代謝が盛んになって肝臓や筋肉内のグリコーゲンの分解が促進されるほか、直接、体内脂肪が消費されるように働くと考えられている。カプシエイトもカプサイシン同様、交感神経を介した経路により体温を上昇させると理解されている¹⁰⁾。

カプサイシンを大量に投与した場合には、熱の発散が熱の生産を越え、逆に深部体温が低下するが、カプシエイトでは深部体温の低下はないとされている。カプサイシン投与により、頭、顔、首を中心に高い皮膚表面温度を示すのに対して、カプシエイト投与では顔や首の温度の上昇はわずかで、腕や指、足などに高い皮膚表面温度の分布が見られる。このカプサイシン、カプシエイトによる皮膚表面温度の違いは、自律神経を介した異なる血流制御によるものと考えられている¹⁰⁾。伏木らは、無辛味唐辛子（CH-19）が血管拡張を引き起こすこと示したが、全身で熱を発散してしまうカプサイシンと異なり、カプシエイトは熱放散が四肢末端のみにとどまることを報告している。全身で放熱するカプサイシンと異なり、四肢のみで放熱するカプシエイトは、カプサイシンより、高い深部体温保持能が推定され、遠泳における体温低下を抑制する可能性がある。

Ohnukiによれば、甘トウガラシを体重1kg当たり0.1g摂取したヒトは対照群よりも鼓膜温度が有意に上昇した⁴²⁾と報告されている。この量は、カプシエイト換算では0.03~0.1mg/体重kgに相当する⁴²⁾。体重50kgでは甘トウガラシ5gはカプシエイトでは1.5~5mgに相当するので、今回用いるカプシエイトは3.0mg程度が妥当であると考えた。3.0mgのカプシエイトは、由来するトウガラシ“CH-19Sweet”およそ10本分に相当する(製造元:味の素(株)発表)。カプシエイトは健康補助食品として販売されており、1日の摂取推奨量は3.0mgである。

第3章 目的

摂取ビタミンB2量と遠泳後の体温変化に注目し、遠泳、スノーケリングにおける深部体温変化とビタミン等のエネルギー代謝に関わる栄養素との関連（研究1）を調査し、カプシエイトの水中運動後の体温低下に対する効果を検討した（研究2）。

第4章 方法

第1節 被験者

研究1：遠泳における深部体温変化と身体組成ならびに栄養摂取状況の影響

被験者(1)：

1) OWS

OWS調査における対象者は、2008年7月21日ならびに2009年7月20日に千葉県内房の北条海岸で開催された第12回(2008年)、第13回(2009年)館山オープンウォータースイムレース一般参加者のうち、前日の競技説明会にて研究・調査の意義を説明し同意された選手であった。2008年の対象者は27名で、1kmレースまたは3kmレースに出場選手した男性24名、女性3名、年齢16歳～60歳(平均 29.3 ± 13.2 歳)であった。2009年は32名で、3kmレースまたは1kmレースに出場した男性18名、女性14名、年齢は21～80歳(平均 43.72 ± 14.17 歳)であった。

2) 遠泳

遠泳における調査の対象者は、2008年7月26-29日に千葉県館山市北条海岸での海浜実習に参加したJ大学体育系学部1年生の男性53名、女性48名の計101名(年齢18～20歳、平均 18.6 ± 0.67 歳)、ならびに2009年7月22-25日に静岡県沼津市戸田御浜海水浴場での海浜実習に参加した同大学体育系学部1年生の男子65名、女子45名の計107名(年齢18～22歳、平均 18.6 ± 0.84 歳)を対象とした。いずれも、実習前に行われた説明会にて本調査の意義や測定項目などの説明を行い、同意書への署名により同意を確認した。

研究2：スノーケリング、水泳における深部体温変化とカプシエイト摂取の影響

被験者(2)：

1) スノーケリング

2回/月程度練習を行っている一般スノーケリング愛好家4名(男性1名、女性3名、年齢58-68歳、BMI19.1～27.6(平均 22.7 ± 3.64)、体脂肪率範囲24.3～35.1、平均 $29.0 \pm 4.8\%$ 、を対象とした。実験時には水着、半袖型の上着ならびに半ズボン型のラッシュガード、スイムキャップを着用)。参加者には、あらかじめ調査の

目的、概要を説明し、健康補助食品の摂取および測定の同意を得てから行った。

2) プールでの水泳練習

プールでの水泳練習におけるカプシエイト摂取の調査は、日頃トレーニングを週8回程度行っている運動選手である、J大学体育系学部生8名（男性4名、女性4名、年齢18-22歳、BMI20.5~25.0（平均 22.3 ± 1.90 ）、体脂肪率範囲8.8~30.6%、平均 $8.25 \pm 16.8\%$ ）について行った。実験時には競泳用の水着とスイムキャップを着用した。

全被験者には、実験に先立ち、本研究の目的、内容、手順を文書および口頭で説明し、理解を得た後、文書署名により同意を得た。また、個人の自由意志による参加を前提とし、途中で実験を自由に離脱することも可能である由も合わせて伝えた。本研究は、順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科研究等倫理委員会の承認を得て行った（順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科等倫理委員会第20-12号）。

第2節 測定項目と方法

(1) 体脂肪率

研究1では、タニタ・マルチ周波数体組成計MC-190（腕・脚部からの電気抵抗を利用した生体インピーダンス法）を用いて空腹時に測定を行うこととし、週に12時間以上運動している者は「アスリート」モードにて測定した。

研究2においては、オムロン社HBF-201（生体インピーダンス法）を用いて測定した。

(2) BMI (Body Mass Index)

空腹時の体重測定、自己申告した身長を用いて、 $\text{体重(kg)} / \text{身長(m)}^2$ の式により算出した。BMIによる体型の判断は、日本肥満学会による以下の基準⁴⁰⁾を用いた。

BMI < 18.5 低体重（やせ）

$18.5 \leq \text{BMI} < 25$ 普通体重（正常）

BMI ≥ 25 肥満

(3) 皮下脂肪厚

研究1の2009年度のみ、ナショナル社体組成計EW-FA70P（皮膚密着部より赤

外線を照射し、筋肉表面で反射した光の量により皮下脂肪の厚みを測定するものにより測定した。測定部位は、皮下脂肪厚と体温の関係を明らかにした Pugh らの報告⁴³⁾に準じ、上腕背部（肩関節と肘関節を結んだ点の 1/2）、腹部（臍真横）、大腿前面（股関節と膝関節を結んだ距離の下から 1/3）の 3 点を測定した。器械にて測定不可の場合は栄研式ピンチ・キャリパーにて測定した。統計処理には、3 点の合計値を用いた。

(4) 体表面積/体容積比 (S/V)

体表面積/体容積比 (S/V) は、以下の式により求めた²³⁾。

Volume 体容積 (L) = 体重 (kg) / 100 * (体脂肪率 (%) / 0.9 + (100 - 体脂肪率) / 1.1)

Surface 体表面積 (m²) (高比良の式)

= 72.46 × 身長 (cm)^{0.725} × 体重 (kg)^{0.425} / 10000 (男子)

= 74.49 × 身長 (cm)^{0.718} × 体重 (kg)^{0.427} / 10000 (女子)

(5) 運動前後の鼓膜温度

赤外線照射式鼓膜体温計 日本シャーウッド社ジーニアス（測定時間 2 秒以内、測定範囲：15.6～43.3℃）を用いて、鼓膜温度モードにて測定した。この体温計は、熱源である鼓膜から放射される赤外線量を測定し、最高温度を鼓膜温度として採用するものである。鼓膜温度計の誤差を確認するため、4 人の被験者を用い、フローミル（水温 23℃）に肩まで浸かり 13 分後までの食道温度と鼓膜温度計 4 台を用い、鼓膜温度を測定した。水中浸身中における鼓膜温と食道温はいずれも $p < 0.01$ の高い相関関係を示し（最も食道温に近似していた鼓膜温度計 No. 1： $r = 0.922$ $p < 0.001$ ）、水中浸身中の鼓膜温変化は食道温度と類似していたことから、対象者には精度の高い鼓膜温度計を用いることとした。被験者 A（男性）の体温変化を図 3 に示す。

研究 1 の 2008 年 OWS において体温測定には、鼓膜温を耳式体温計（オムロンヘルスケア社「MC-510」、測定範囲 34.0～42.2℃、測定時間：1 秒）により、口腔温度を非接触式の瞬間皮膚温度計（スカラ社「ST-717」、測定範囲 16～38℃、測定時間 1 秒）により測定した。口腔温度測定にあたっては、舌下奥・中央部（舌下動脈）表面部を測定した。耳式体温計による測定では測定不可能な対象者がほとんどであったので、2008 年のレース後体温は口腔温度を用いた。研究 1 の 2009 年 OWS においては、赤外線式鼓膜温度計（前述日本シャーウッド社・ジーニアス）の

みにより体温を測定した。

研究2のスノーケルと水泳練習においては、赤外線式鼓膜温度計により鼓膜温を測定した。

(6) 運動前後の主観的温冷感 (2009年度のみ) :

9段階の温冷感スケール (Gagge の温熱感覚スケール (7段階)⁴¹⁾に、「かなり暑い」と「かなり寒い」を加え9段階とした) を用いて、鼓膜温測定の際に対象者の主観的な寒さを評価した (表3)。

(7) 栄養摂取状況調査 :

季節変動、曜日による変動など食事の内容を短期でとらえるのは難しいことから、調査の前1ヶ月間の食事について記入する佐々木らによる簡易型食事歴質問票「簡易型自記式食事歴法質問票 (brief-type self-administered diet history questionnaire : BDHQ)」(別添資料1, p1-4) を用い栄養価を計算した。栄養価計算はジェンダーメディカルリサーチ社に依頼した。この質問票はA4で4ページ、合計102の質問から構成され、通常の商品 (サプリメント等を除く) から習慣的に摂取している栄養素量を調べ、栄養素摂取量、食品摂取量を得るために設計された質問票である。栄養摂取量を集団間で相対的に比較したり、同一集団で変化を観察するために用いられている⁴⁷⁾。本研究においては、代謝に主に関わる要因であるエネルギー、炭水化物、脂質、ビタミンB1、特にATP産生の際に代謝を円滑にする補酵素となるビタミンB2摂取量 (投稿中) に注目して、体温変化との関連性を検討した。

第3節 測定条件

研究1

対象者には調査開始前に行われた説明会にて栄養調査記入、体重測定、体脂肪率測定を行った。

皮下脂肪厚測定 (2009年のみ) は、海浜実習期間中に行った。

鼓膜温測定は、頭部の水分をタオルで拭き取り外耳道の水分を綿棒で除いた後に、耳介上部を上方へ引き上げた状態で赤外線照射式鼓膜温度計により測定した。遠泳前の測定は開始約30分前に、OWS前の測定は開始約1時間から3時間前に行った。終了後の測定は、遠泳では水から上がって10分以内に、OWSでは5分以内

(2008年)、または30分以内(2009年)に行った。鼓膜温度計の外耳道に挿入するプローブの先端には、プローブの保護と感染防止のために使い捨てのカバーをかぶせて使用した。

2009年度は大遠泳の前(約30分前)・直後(約10分後以内)の鼓膜温度測定は全員について行ったが、2008年度は器材数の関係上、体温測定を迅速に行うために測定対象は各班から無作為に抽出した27人(男子19人、女子8人)とし、鼓膜温を大遠泳当時の朝(起床後間もなく)、遠泳直前(約30分前)、遠泳直後(約10分後以内)に測定した。遠泳、OWS参加者は競泳水着、メッシュの水泳帽子、ゴーグルのみを着用し、糖質や水分を補給することなく泳いだ。OWSにおける体温変化と食事摂取状況の検定について2008年は3kmレースを完泳した17名の男性(年齢16~50歳、平均 23.5 ± 10.95 歳)について、2009年は3kmレース終了後の体温測定が選手によっては最大で30分後だったことと、1kmレース参加女性選手のうち完泳したのは5名と少なかったことから、1kmレース参加男性選手10名(年齢27~64歳、平均 43.2 ± 11.24 歳)について行った。

研究2

カプシエイトを用いた調査では、偽薬(ビタミンE)とカプシエイトをダブルブラインド法により、水中運動(水泳またはスノーケル)直前(5分前)に摂取し、運動を60~90分、1週間の間隔を空けてそれぞれの健康食品について1度ずつ実施した。

スノーケルは午後7時から、水泳は午前6時半より開始とし、2回の測定は同じ時間帯に行った。1人当たりの摂取量は、カプシエイト3.0mg(2錠)、ビタミンE536mg(2錠)とし、ダブルブラインド法により服用せしめた。スノーケルでは、水着と、半袖の上着と短パン型のラッシュガードを着用し、2回の実験で同じ装備にて運動を行った。スノーケリングは25mプールを60分間にわたり往復移動した。速度は常に一定とし、およそ33.3m/分(約50m/90秒)程度の比較的ゆっくりした速度で泳ぐよう指示した。

水泳参加者は競泳水着、水泳帽子、ゴーグルを着用し、2回の実験で同じ装備にて泳いだ。水泳は、部活動で日常的に行われているトレーニング内容をそのまま行った。

第4節 統計方法

統計分析は、パーソナルコンピューターにより、Excel2007アドインソフトである Statcel2（星雲社，文京区，2009年）を用いて行った。

運動前後の体温変化は、運動後測定値と運動前測定値との差を比較することとし、単位は℃とした。体温変化や体組成の群間の比較には、対応のある Student の t 検定を行い、測定値は平均値±標準偏差（mean±SD）で表した。各値の分布の正規性は、 χ^2 適合度検定によって調べた。項目間の相関については Pearson の相関係数を求め、正規分布していない項目に関しては Spearman の相関係数を求め、各処理においては有意水準を 5%および 1%未満とした。

第5章 結果

第1節 OWSにおける深部体温変化におよぼす栄養摂取量の影響（研究1）

(1) レース当日の環境実施状況

2008年のレース当日は快晴で、午前9時の時点で気温27℃、水温は22℃、風速1m/sであり、海上にほとんど波はなかった。2009年では天気は快晴であったがやや風波が立ち、10時の時点で水温23℃、気温28.4℃、風速5m/sであった。

2008年では1kmレース参加者のうち1名が途中棄権し、男性4名、女性3名の計7名がレースを完泳した。また、3kmレース参加者19名（全員男性）は全員ゴールしたが、そのうち2名は遠泳後口腔温がエラーとなり測定出来なかったため、17名（年齢16～50歳、平均23.5±10.95歳）の値について報告することとした。

2009年では、3kmレースの対象者16名のうち、レース後体温と体温差は、途中棄権した9名を除く7名（男性4名、女性3名）について報告した。また、1kmレース対象者16名のうち1名（80歳女性）はレース途中で棄権したため、レース後体温と体温差は完泳した15名、うち男性10人（年齢27～64歳、平均43.2±11.24歳）、女性5名（年齢37～60歳、平均45±8.86歳）について報告した。

(2) 体格特徴・レース後体温

2008年の1kmレース7名と3kmレース17名の計24名について、水泳時間（レースタイム）とレース後体温（口腔温）、体脂肪率、BMIを表2に示す。3kmレースのレース後体温は、体脂肪率およびBMIと有意に正の比例関係を示した。両レース参加者のうち、日頃の運動習慣が週12時間以上の者（便宜上「アスリート」と呼ぶ）の割合は、男性21名中11名（52.3%）、女性3名中2名（66.7%）であり、男性対象者の平均体脂肪率は1kmレース12.9%、3kmレース12.3%と低い値を示していた。

2009年の3kmレースと1kmレースに参加した選手の体格特徴と体温結果を表4、表5に示す。アスリートの割合は、両レース合わせた男性18名のうち7名（38.9%）、女性は14名のうちアスリートは7名（50%）であり、男性対象者の平均体脂肪率は1kmレース11.6%、3km15.3%と2008年同様低い値であった。1kmレースの女性5名（年齢37～60歳、平均45±8.86歳）において、レース前の体温とレースタイムとの間には負の相関傾向が見られ、レース前の体温の高さが競技成績に良い影響をおよぼしていた可能性が示唆された（図4）。この関係は男子には見られなかった。1km

レース、3km レースそれぞれ男女参加選手のレース後主観的温冷感は、鼓膜温度と関連性は見られなかった。

(3) 食事調査結果

対象者のうち食事調査が得られた 2008 年の男性 20 名（16～50 歳、平均 25.2±10.63 歳）と女性 3 名（27～39 歳、平均 33.7±6.11 歳）の計 23 名、2009 年の男性 16 名（年齢 25～61 歳、平均 38.9±10.98 歳）と女性 13 名（年齢 27～80 歳、平均 51.3±15.2 歳）計 29 名（2008 年 1 名、2009 年 10 名のリタイアした選手を含む）の栄養結果を表 6, 表 7 に示す。

(4) 体温変化と体組成の関係

2008 年 1km レースの対象者 7 名（年齢 25～40 歳、平均 32.7±5.74 歳）では、体脂肪率の高い者ほどレース後体温（口腔温）が高い傾向が男子に限って見られた（男子 $r=0.92$, $p=0.081$ ）。BMI とレース後体温は、1km では男女ともに相関は見られなかった。3km レース参加者 16 名（年齢 16～50 歳、平均 23.5±10.95 歳）のレース後体温と BMI は正の相関関係を示し（ $r=0.60$, $p<0.05$ ）、レース後体温は体脂肪率とも正の相関関係を示していた（ $r=0.61$, $p<0.05$ ）（図 5）。

2009 年の 1km レースの男性 10 名（年齢 27～64 歳、平均 43.2±11.24 歳）において、体脂肪率とレース前後体温差の相関は正の相関傾向が見られた（図 6）。皮下脂肪厚とレース前後体温差との間にも相関傾向が見られたが有意ではなかった。体脂肪率と皮下脂肪厚平均は、男性では有意な相関（ $r=0.612$ $p=0.007$ ）であり、女性 5 名（年齢 37～60 歳、平均 45±8.86 歳）では有意な相関は見られなかった（ $r=0.376$ $p=0.186$ ）。

(5) 体温変化と食事の関係

2008 年においては男子 3km レース参加者のうち、レース後体温測定値および栄養調査結果が得られた男性 16 名（年齢 16～50 歳、平均 23.5±10.95 歳）において食事摂取状況とレース後体温との関係を検討したところ、レース後体温とビタミン B2 摂取量（摂取エネルギー 1000kcal 当たり）との間に有意ではないが正の相関傾向が見られた（ $r=0.46$ $p=0.065$ ）（図 7）。ビタミン B2 の摂取量と体組成とのあいだには関連性は見られなかった。

2009 年において 1km レースを完泳し食事調査が得られた男子 9 名のうち、体脂肪率が 15%以下の者 7 名（年齢 27～64 歳、平均 40.9±12.43 歳）について体温、レ

ースタイム、体組成、食事について関係を見たところ、レース後鼓膜温と栄養摂取状況に関して関連性のある項目は見られなかった。

第2節 遠泳における深部体温変化におよぼす栄養摂取量の影響（研究1）

(1) 大遠泳当日の環境・実施状況

2008年度の実習では、期間中の天候は終日快晴で波やうねりはほとんどなかった。大遠泳スタート時（午前9時）の気温は29.5℃、海水面温度は26.0℃であり、午前11時には海水面温は28.0℃まで上昇した。開始-終了時刻は8:57-11:33で、遠泳時間は2時間36分（156分）であり、大遠泳では全員が完泳した。

2009年度の実習期間中は毎日間欠的に雨が降り、海水温は20~22℃と低く、水着のみで泳ぐにはかなり寒さを感じる状況であった。大遠泳当日の天候は曇り時々雨で、午前9:30時点で気温28℃、湿度71%、風速4m/s、海水表面温度は22℃（午前7時の時点で20℃）、波高0~0.1mであり、開始-終了時刻は9:30-11:54で、遠泳時間は2時間24分（144分）と昨年とほぼ同じ時間であったが、途中110分の時点で3名（すべて男子）が遠泳を中止し、伴走していた救護船に引き上げた。

(2) 体格特徴・遠泳後体温

2008年海浜実習で大遠泳前後の体温測定を行った27名（年齢18~20歳、平均18.8±0.70歳）と、2009年に大遠泳前後の測定を行った107名（年齢18~22歳、平均18.6±0.84歳）の体組成特徴と体温結果を表8、表9に示す。2008年における男子学生のうち、運動習慣が週12時間以上ある者（本研究では以降アスリートと呼ぶ）の割合は、53名中47名（88.7%）で、女子学生では48名中42名（87.5%）がアスリートであった。2009年では男子学生62名中57名（91.9%）が、女子学生45名中31名（68.9%）がアスリートであり、2年を通して参加者は全体的に体脂肪率が低めであり、BMIが18.5以上25未満の普通体重の者の割合が20代全国平均²⁹⁾と比して多かった（図8）。

大遠泳前後の体温差は男子では2008年が+0.2±0.5℃、2009年では-2.5±0.8℃であり、女子では2008年が0.5±0.8℃、2009年では-2.0±0.7℃と、男女ともに2009年の方が有意に著しい体温低下を示した。2年分の体温変化の様子を図9に示す。

2009年度海浜実習（海水温 20～22℃）において、体脂肪率は女子 45 名の方が男子 62 名よりも有意に高い値であり、大遠泳前後の体温差は有意に男子の方が大きく、大遠泳後の体温も、男子の方が女子よりも有意に低値を示した。海水温が 26～28℃であった 2008 年度においては、男子の方が有意に低い体脂肪率を有していたが、大遠泳前後の体温差ならびに大遠泳後体温には差は見られなかった。

2009 年調査において、大遠泳後鼓膜温と主観的温冷感の関係を見たところ、男子、女子、および男女全体において有意な相関関係が見られた（図 10）。

(3) 食事調査結果

2008 年、2009 年の学生の食事摂取状況を、それぞれ表 10、表 11 に示す。学生の食事摂取量（体重当たりのエネルギー摂取量）を 2008 年と 2009 年で比較したところ、男女共に有意な差は見られなかった。

体組成と食事の関係に関しては、08 年海浜実習調査においては男女ともに、体重当たりエネルギー摂取量と体組成に関連性は見られなかったが、09 年海浜実習調査では、男子の体重当たりのエネルギー摂取量は、体脂肪率ならびに BMI と負の比例の関係であり（体脂肪率： $r=-0.405$ $p=0.001$ 、BMI： $r=-0.262$ $p=0.039$ ）、食事量の多い者ほど体脂肪率ならびに BMI が低い傾向が示された（図 11）。同年女子においても、BMI と体重当たりエネルギー摂取量とのあいだには有意な負の相関が見られた（図 12）。エネルギー摂取量（体重当たり）と体脂肪率にも負の相関傾向が見られた。

(4) 体温変化と体組成の関係：

2008 年度調査において、大遠泳の測定を行った 27 人について前後の体温と体脂肪率の関係を図 13 に示す。男子 19 名（年齢 18～20 歳、平均 18.9 ± 0.71 歳）において、体温変化は体脂肪率と有意な正の相関を示した。女子 8 名（年齢 18～19 歳、平均 18.4 ± 0.52 歳）においては体温変化と体脂肪率の関係は有意ではないが、正の相関傾向が見られた。

2009 年度調査（107 名、年齢 18～22 歳、平均 18.6 ± 0.84 歳）において、体温差は皮下脂肪厚と有意な正の相関が見られ、皮下脂肪厚が体温変化におよぼす影響が確認された（図 14）。

2009 年男子（62 名、年齢 18～22 歳、平均 18.8 ± 0.88 歳）において体温差と体脂肪率との関係を調べたところ、有意な関係は見られなかったが、体温差と BMI

のあいだには正の相関が見られ（図 15）、S/V にも体温差との相関が見られた。BMI が大きく S/V が小さい者ほど、体温低下が少ないことが確認された。2009 年女子（45 名、年齢 18～22 歳、平均 18.5 ± 0.76 歳）においては、大遠泳前後の体温差は BMI とは有意な相関は見られなかったが、体温差と体脂肪率とのあいだに正の相関関係が見られた（図 16）。

(5) 体温変化と食事の関係

2008 年大遠泳直後の鼓膜温測定を行った 27 名について、栄養摂取量と体温変化の関連性を調べるにあたり、体脂肪率の体温への影響を極力除外するために、体脂肪率が比較的近い者（男子では体脂肪率 14%未満の者 11 名、女子では体脂肪率 18%未満の 5 名）について調べたが、男女共に、体重当たりのエネルギー摂取量、たんぱく質・炭水化物・脂質摂取量と体温差のいずれにも関連性は見られなかった。

2009 年調査においても同様に、体組成の類似した群において食事と体温の関係を調べるため、男子においては体温変化と関連性の強かった指標であった BMI を、女子においては体脂肪率を体組成の指標とし、男女それぞれ指標値の著しく異なる者は除外し体組成のほぼ均しい群で、いずれの栄養摂取量が体温変化に影響をおよぼしていたかを検証した。

男子においては、62 名のうち BMI 平均値 22.16 より 1 標準偏差分の幅（mean \pm 1SD）に含まれる者 43 名（全体の 69%）のうち、大遠泳前の体温測定値が 37.7°C 以上であった 3 名を除く 40 名を対象として統計を行った。これは、暑熱環境においても安静時の深部温は 37.6°C を維持すること²¹⁾から、遠泳前体温が 37.7°C 以上の者は準備体操の影響で他の者と比して体温が高まっていたことが推測され、遠泳前にすでに体温が 37.7°C 以上であれば遠泳前後の体温差が著しくなり、他の者と比較することが難しいと考えたためである。ビタミン B2 摂取量（体重当たり）と体温差に正の相関（ $r=0.33$ $p<0.05$ ）が見られた（図 17）。脂質摂取量（体重当たり）と体温差にも正の相関（ $r=0.36$ $p<0.05$ ）が見られた（図 18）。エネルギー摂取量（体重当たり）と体温差にも正の相関（ $r=0.31$ $p<0.05$ ）が見られた（図 19）。体重当たりの炭水化物摂取量と体温差とのあいだには、関連性は見られなかった。

エネルギー、脂質、ビタミン B2 の体重当たり摂取量と、体組成（BMI および体脂肪率）との間には関連性が見られず、各栄養素の摂取量の多さが体脂肪率の高

さにつながった訳ではなかった。

女子においては、体温変化は体脂肪率の影響を強く受けており BMI とは関連性が見られなかったことから、体脂肪率の平均値 21.4 より $\pm 1SD(5.51)$ の幅に入っていた者 33 名 (73%)、うち大遠泳前の体温が 37.7°C 以上の者 1 名を除いた 32 名を対象として体温変化と食事内容を検証した。その結果、エネルギー摂取量をはじめ代謝に関わる栄養素の摂取量と体温差とのあいだに関連性が見られた項目はなかった。

第 3 節 スノーケリング、水泳における深部体温変化とカプシエイト摂取の影響 (研究 2)

(1) スノーケル中の体温変化

1 回目 (偽薬摂取) のプール室温は 27.5°C 、水温は 28.9°C で、2 回目 (カプシエイト摂取) のプール室温は 28.0°C 、水温は 28.5°C であり、ほぼ同様であると考えられた。スノーケルでの調査に参加した 4 名の体格特徴を表 12 に示す。練習前の体温は、2 回の実験において有意な差はなかった (偽薬時: $37.2 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ 、カプシエイト時: $37.3 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$) が、練習後の体温は、カプシエイトの時に偽薬よりも有意に高く (偽薬時: $34.5 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、カプシエイト時: $35.2 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ 、図 20)、カプシエイト摂取による体温維持効果が認められた。

(2) 水泳中の体温変化

偽薬摂取時の室温は 17.5°C 、水温: 28.5°C (6:30 時点) であり、100 分間で合計 4800m の水泳を行った。カプシエイト摂取時は室温 12.2°C 、水温 28.0°C (6:30 時点) であり偽薬摂取時よりも低かった。練習時間は 100 分間で、合計 5400m の水泳を行った。参加者の特徴を表 13 に示す。

カプシエイト摂取前の鼓膜温は $35.70 \pm 0.27^{\circ}\text{C}$ 、VE (偽薬) 摂取前の鼓膜温は $36.13 \pm 0.39^{\circ}\text{C}$ で、偽薬摂取時の方が有意に高かった。つまり、練習を行う前からカプシエイト摂取の時に鼓膜温が低かった (図 21)。カプシエイト摂取時の 100 分後鼓膜温は $34.28 \pm 0.46^{\circ}\text{C}$ 、偽薬摂取時の 100 分後鼓膜温は 35.29 ± 0.51 で、偽薬摂取時の方が有意に高かった。トレーニング前後の体温変化も、偽薬摂取時が $-0.85 \pm 0.56^{\circ}\text{C}$ 、カプシエイト摂取時が $-1.43 \pm 0.55^{\circ}\text{C}$ と、カプシエイト摂取時の方が体温低下は大きかった。

第6章 考察

第1節 OWSにおける深部体温変化（研究1）に関する考察

2008年、2009年のOWSレースでも、男性参加者において体脂肪率はレース前後の体温差と正の相関を示していた。皮下脂肪厚とレース前後体温差との間にも正の相関傾向が見られたが有意ではなく、皮下脂肪厚よりは体脂肪率の方が体温低下と関連性が強かった。

レース参加者のうち、およそ半数が週に12時間以上運動習慣があると答え、男女ともに比較的低い体脂肪率を有していた。男性においては低い体脂肪率（1kmの平均体脂肪率は11.6%、3kmは15.3%）を有しながらも、平均BMIは22程度と低い値ではなく、日常的にトレーニングを積み、筋肉量の多い者が多く、体脂肪が少ないことで水温による体温低下の影響を受けやすい体型を有していたことが推察された。OWS選手は体脂肪率をつけると良いと経験則で考えている選手が今回のレースで散見されたが、競技成績（レースタイム）と体脂肪率について関連性を見たところレースタイムと体脂肪率に関連性は見られなかった。しかし、体脂肪率とレース後の鼓膜温に有意な正の相関が見られ、体脂肪率の低い「やせ型」の者は水温の影響を受けて体温が下がりやすくなり、パフォーマンスの低下や疲労を招きやすいのではないかと推察された。

レース前鼓膜温と競技成績（レースタイム）との関係を見たところ、1kmレース参加者女性においてレース前の鼓膜温が高い者ほど完泳時間が短い傾向が見られ、レース前の準備体操などで体温を高めることが良好な競技成績を納める可能性が示唆され、RenataらがOWSレースで行った調査⁴⁴⁾と類似した結果となった。

2008年OWS3kmレース（レース時の海水温は22℃）に出場した男性において、ビタミンB2の摂取量とレース後体温（口腔温）に有意ではないが正の相関（ $r=0.46$ $p=0.065$ ）が認められ、体熱産生を含めて遠泳という身体活動においてVB2がエネルギー代謝を活発にし、レースの終了時までの体温維持に好影響を与えた可能性が考えられた。

2009年調査（海水温23℃）ではレース後測定が最大30分後と選手間の差が大きかったため、同様の関連性が見いだされなかった可能性が推察された。

第2節 遠泳における深部体温変化（研究1）に関する考察

2008年（海水温 26～28℃）、2009年（海水温 20～22℃）ともに体組成と大遠泳での体温変化に関連性が見られ、これまでの報告同様、寒冷暴露からの保温体としての体脂肪率の重要性が明確となった。水温の低かった2009年に途中棄権した3名のBMIは平均 21.5 ± 1.3 であり、低くはなかったが、いずれも体脂肪率が8.1%以下と体脂肪が少ない傾向であった。この3名が棄権しなければならないほど疲労・衰弱が著しかったことの一因としては、低い体脂肪率や泳力が関係し、体温低下と共に円滑な水泳動作を行うことが困難になったためと考えられた。今回の調査における参加者は全て体育系学部の学生であり、運動習慣のある者の割合が多く、全国平均と比しても体脂肪率が比較的低いものの標準体重の者の割合が非常に多く、筋肉量が多い集団であり、体脂肪が少ないことで水温による体温低下の影響を大きく受けたことが推察された。

2009年の調査において、体温変化に与える食事や体組成の影響が2008年の調査よりも明確に現れた。これは2009年の方が前年よりも水温が低かったことが要因として推察された。2009年調査の男子学生において体温変化に与える影響が見られた栄養の項目は、エネルギー、脂質、ビタミンB2のそれぞれ体重当たり摂取量であった。脂質摂取量と体温との関連性は、Mitchellらの脂質の割合を高めた食事により陸上での寒冷耐性が増すとした報告³¹⁾と類似した結果であった。また、日頃のビタミンB2摂取量の多さが遠泳において体熱産生代謝を活発にし、体温調節に好影響を与えた可能性が考えられた。

脂質と体温変化との関連性の原因として、寒冷暴露の際には、体熱産生反応によって起こる不随意の筋収縮、血糖値の上昇に伴い、呼吸商が低下することから³⁹⁾、遠泳においても脂質の代謝が亢進していることが考えられた。また、運動中の有酸素性代謝においては、糖質より脂質の方がエネルギー効率は良く（1分子あたり、グルコースからは36分子、脂肪酸1分子からは129分子のATPを産生する³⁴⁾）、脂質がふるえなどの体熱産生を良好に行うために重要な役割を果たしていたことが示唆された。また、運動量増加に伴ってエネルギー代謝を円滑にする補酵素となるビタミンB2の需要量が高まることが知られていることから、遠泳中の体熱産生において脂質代謝の昂進と同時にビタミンB2の消費量が増え、摂取ビタミンB2と体温変化の関連性が見られた可能性が考えられた。ビタミンB2は体内で吸収された後、フラビン・

アデニン・ジヌクレオチド (FAD) に、また一部はフラビン・モノヌクレオチド (FMN) となり、エネルギー産生に関与する電子伝達系酵素の補酵素として代謝に重要な役割を果たす微量栄養素である。筋肉量の多いスイマーにとって、体熱産生を行う器官である筋肉において代謝が盛んとなればビタミン B2 の果たす役目はより重要となり、多いビタミン B2 摂取量が、体熱産生を含めた遠泳という身体活動においてエネルギー代謝を活発にし、体温調節にも影響を与えた可能性が考えられた。

温冷感と鼓膜温に有意な正の相関が見られたことから、鼓膜温は対象者が寒さを感じる指標として有効であると考えられた。大遠泳後鼓膜温が 34℃ 台まで下がった学生の中に、「5 (暑くも寒くもない)」や「7 (暖かい)」と答えた者が見られたが、当日の気温は午前 9 時半時点で 28℃ まで上がっていたため、陸に上がったから暖かくなったと感じたために「7 (暖かい)」という回答が得られた可能性が考えられ、主観的な温冷感の「水中での寒さ」と「陸上に上がったからの寒さ」の違いを考慮する必要があると考えられた。

食事と体組成の関係では、09 年の海浜実習対象者 (男女学生とも) ならびに 2009 年 OWS の参加者のうち男性に見られたエネルギー摂取量 (体重当たり) と体脂肪率または BMI の負の相関は、BMI ならびに体脂肪率の高い女子大学生はエネルギー充足率が低いことを報告した中島らの報告³⁸⁾と類似した結果となった。中島らはこの負の相関関係の原因について、調査対象者のなかで肥満者は過度の食事制限をしていることを推察している。学生は全寮制であり日頃の食事は自分で調整していることから、体脂肪率が高めの学生は食事を制限していた可能性が推察された。

海浜実習対象者のうち女子では栄養素の摂取量と体温変化には関連性が見られなかった。これは、元々女性は体温を保持する働きのある体脂肪が男子より多く熱産生源である筋肉量も体重に比して少ないことから、水中という寒冷環境での運動においては体熱産生を高めて体温を維持することよりも、保温効果のある体脂肪により体温が奪われるのを防ぐ働きが男子に比べて強いことが報告されている¹⁴⁾ように、体温変化には食事よりも体組成の要因 (体脂肪率) が強く影響し、男子のような関連性が見られなかったことが推察された。

第 3 節 スノーケリング、水泳における深部体温変化とカプシエイト摂取の影響 (研究 2) に関する考察

スノーケリングにおいては室温、気温ともほぼ一定の条件で調査を行うことが出来、カプシエイトの体温保持効果が認められたが、水泳においては効果が見られなかった。不一致の原因として、スノーケリング対象者（体脂肪率範囲 24.3~35.1、平均 29.0 ± 4.8%）と比して水泳対象者（体脂肪率範囲 8.8~30.6%、平均 8.25 ± 16.8%）は体脂肪率が少なく、水温の影響を受けやすい体型であったこと、スノーケリング対象者は水着の上にラッシュガードを着用しており、水着のみの水泳対象者よりも皮膚表面からの体熱損失が少なかったことが要因として考えられた。運動強度でも、スノーケリングでは終始息が上がることなくゆっくりとした動作で行うのに対し、部活としての水泳練習においては練習のなかで個々の最大労力の運動を行う、運動強度の差が、筋肉の血液循環を亢進させ、より体熱を損失させた可能性が考えられた。また、水泳運動の調査の際、練習開始時の室温が偽薬摂取は 17.5℃、カプシエイト摂取の際は 12.2℃と条件が異なったことも、結果が一致しなかった一因かもしれない。

カプシエイトもカプサイシン同様、摂取により交感神経の活動を昂進させることが報告されており、カプシエイト摂取により副腎皮質からアドレナリンやノルアドレナリンなどの分泌を促進し、糖質や脂質のエネルギー代謝を盛んにすると考えられている。水中運動前にカプシエイトを摂取することで、同様の機序により代謝が昂進したことも考えられたが、それと同時に、カプシエイトで起こると考えられている四肢末端での血管拡張が水中で起こったことが考えられた。一般的な寒冷環境での体温維持反応としては四肢末端や肌表面の血管の収縮が起こり熱放散を抑制するが、今回は末端部位で血管拡張が起こり、その結果として熱放散が進み体熱産生よりも体熱損失が大きくなった可能性が考えられた。カプシエイトによる体温保持効果は、実験を行った環境温や運動強度が異なっているが、100 分の水泳練習では逆に深部体温を低下させる可能性が認められ、抹消血管拡張がその理由として推察された。カプシエイトの水中運動における体熱産生増進および体温保持効果の検証については、更なる検討が必要であろう。

第7章 結論

2年にわたる遠泳、OWSレースにおける調査で、水中運動後体温低下はBMI、体脂肪率やS/Vなどの複数の要因が影響していたことが確認された。水温が22℃を下回ると体温低下の勾配が著しくなることが知られているが、海水温が26 - 28℃であった2008年よりも20 - 22℃であった2009年の際により体温低下が顕著に見られた。

2008年OWSレースでの調査結果と同様、2009年海浜実習男子においてもビタミンB2摂取量、エネルギー摂取量および脂質摂取量と体温の関連性が見られた。海浜実習対象者のうち女子では栄養素の摂取量と体温変化には関連性が見られなかった。

これらのことから、寒冷環境での水中運動を行う際には、体脂肪率の少ない男性では、特にエネルギー、脂質、ビタミンB2など代謝に関わる栄養素を摂取することにより、体温低下を防止し得る可能性が示唆された。

カプシエイトによる体温保持効果は、実験を行った環境温や運動強度が異なっているが、100分の水泳練習では逆に深部体温を低下させる可能性が認められ、抹消血管拡張がその理由として推察された。

赤外線照射式鼓膜温度計は遠泳実施における低体温症発症を評価する有用なツールであった。

第8章 文献表

- 1) 青木純一郎, 佐藤佑, 村岡功 : スポーツ生理学, 第2版, 19, 市村出版 : 豊島区 (2006)
- 2) 浅井利夫 : 水中心電図の臨床応用. 小児科診療 63(2), 260-264, (2000)
- 3) Bergh U. and Ekblom B. : Physical performance and peak aerobic power at different body temperatures. *Journal of Applied Physiology*. 46(5) 885-889, (1979)
- 4) Bergh, U., Ekblom, B., Holmer, I. and Gullstrand, L. : Body Temperature Response to a Long Distance Swimming Race. *Swimming Medicine* 4, 342-344, (1978)
- 5) 朴晟鎮, 日高一郎, 武藤芳照. 人体に及ぼす水温の影響. 体育の科学 46(7), 535-539, (1996)
- 6) Brannigan D, Rogers IR, Jacobs I, Montgomery A, Williams A, Khangure N. : Hypothermia is a significant medical risk of mass participation long-distance open water swimming. *Wilderness Environ Med*. 20(1), 14-18, (2009)
- 7) Brinnet, H., and Cabanac M. : Tympanic Temperature is a Core Temperature in Humans. *Journal of Thermal Biology* 14(1) 47-53, (1989)
- 8) Clark, R. P. and Edholm, O. G. : *Man and His Thermal Environment*. 1st ed. 159, Edward Arnold Ltd. : London (1985)
- 9)-a), b) DAN (財団法人日本海洋レジャー安全・振興協会) : 平成20年潜水事故の分析. a) 1, b) 19, DAN JAPAN: 横浜市 (2009)
- 10) 伏木亨 : 食品成分によるエネルギー消費の戦略的増強 無辛味トウガラシを用いた例. *日本味と匂学会誌* 13(2), 169-174, (2006)
- 11) Gagge, A. P., Stolwijk, J. A., Saltin, B. : Comfort and Thermal Sensations and Associated Physiological Responses during Exercise at Various Ambient temperatures. *Environ. Res.* 2, 209-229, (1969)
- 12) Gooden. B. A. : *The Diving Response in Clinical Medicine*. Aviation, Space, and Environmental Medicine. 273-276, (1982)
- 13) 芳賀 健治 : 海上遠泳大会のためのシーカヤックによる支援体制についての研究. *東京家政学院大学紀要 人文・社会科学系*, 39, 133-145, (1999)

- 14) Haman F. : Shivering in the cold : from mechanisms of fuel selection to survival. J Appl Physiol 100, 1702-1708, (2006)
- 15) Hayward J.S. and Eckerson J.D. : Physiological Responses and Survival Time Prediction for Humans in Ice-Water. Aviation, Space, and Environmental Medicine. 55(3), 206-211, (1984)
- 16) Holmer, I. and Bergh, U. : Metabolic and thermal response to swimming in water at varying temperatures. J Appl Physiol 37, 702-705, (1974)
- 17) 池田知純 : 潜水医学入門. 173, 大修館書店 : 千代田区 (1995)
- 18) 今井大喜, 松村新也, 河端隆志, 鈴木崇士, 宮澤太機, 宮側敏明 : 低体温が血液性状および無酸素的運動能に及ぼす影響. 体力科学 56(6) 725, (2007)
- 19) 猪飼道夫 : 身体運動の生理学, 292, 杏林書院 : 文京区 (1973)
- 20) 入來正躬 : 体温調節のしくみ, 117, 文光堂 : 文京区 (1995)
- 21) 入來正躬 : 体温生理学テキスト〜わかりやすい体温のおはなし〜. 4, 文光堂 : 文京区 (2003)
- 22) Ishii, M., Ferretti, G. and Cerretelli, P. : Effects of muscle temperature on the $\dot{V}O_2$ kinetics at the onset of exercise in man. Respiration Physiology, 88, 343-353, (1992)
- 23) 石河利寛, 杉浦正輝 : 運動生理学, 133, 健帛社 : (1989)
- 24) 岩井和夫. トウガラシ 辛味の科学. 241, 幸書房 : 千代田区 (2000)
- 25) Jakobsson J., Nilsson A., and Carlsson L. : Core temperature measured in the auricular canal: comparison between four different tympanic thermometers. Acta Anaesthesiol Scand. 36, 819-824 (1992)
- 26) 神奈川県水産技術センター : 海況図データベース 東京湾口海況図, ホームページ (2005年7月15日) Available from : <http://www.agri-kanagawa.jp/suisoken/kaikyozu/TokyoWanko.asp?tn=01&y=2005&m=7&d=15&disp=>
- 27) 警察庁生活安全局地域課 : 平成20年中における水難の概況. Available from : http://www.npa.go.jp/safetylife/chiiki28/h20_suinan.pdf
- 28) 基礎体温研究会編 : 体温の基礎と臨床. 6, 医学図書出版 : 文京区 (2000)
- 29) 厚生労働省 : 平成20年国民健康・栄養調査結果の概要について (2009年11月発表) II 結果の概要-第1部 第1章体型や食事の実践等に関する状況. 4. Available

from : <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2009/11/h1109-1.html>

- 30) 黒島晨汎 体温調節適応性熱産生・非ふるえ熱産生の調節機構. 旭河医科大学研究フォーラム 2 (2) , 3-13, (2001)
- 31) Martineau L. and Jacobs I. :Muscle glycogen utilization during shivering thermogenesis in humans. *Journal of Applied Physiology*. 65(5) 2046-2050, (1988)
- 32) 松本順 口述 (筆者:二神寛治):海水浴法概説. 1-18, 丸善書店:日本橋区 (1886)
- 33) Mitchell, H. H., Glickman, N., Lambert, E. H., Keeton, R. W. and Fahnestock, M. K. : The tolerance of man to cold as affected by dietary modification: Carbohydrate versus fat and the effect of The frequency of meals. *Am. J. Physiol.* 146, 285-291(1946)
- 34) 宮村実晴 : 最新運動生理学. 140, 真興交易医書出版部 : 港区(1997)
- 35) 水と健康医学研究会 (監修) : 患者指導のための水と健康ハンドブック. 85, 日本医事新報社 : 千代田区 (2006)
- 36) 文部科学省 : 現行学習指導要領 中学校学習指導要領 (平成 10 年 12 月告示) 第 2 章 : 各教科—第 7 節 : 保健体育の項 Available from : http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301/03122602.htm
- 37) 文部科学省 : 現行学習指導要領 高等学校学習指導要領 (平成 11 年 3 月告示) 第 2 章 : 各教科—第 6 節 : 保健体育の項 Available from : http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301/03122603.htm
- 38) 中島滋, 田中香, 木村ヨシ子, 松坂佳代子, 土屋隆英, 奥田拓道女子大学生の正常体重肥満の実態とエネルギー充足度と BMI および体脂肪率との反比例関係. *肥満研究* 7(2). 150-154, (2001)
- 39) 中山昭雄編 : 温熱生理学. 第 1 版, 364, 理工学社:文京区 (1981)
- 40) 日本肥満学会 : 肥満症治療ガイドライン 2006. 10, 日本肥満学会 : 港区 (2006)
- 41) Nuckton, T. J., Claman, D. M., Goldreich, D., Wendt, F. C., and Nuckton, J. G. : Hypothermia and Afterdrop Following Open Water Swimming: The Alcatraz/San Francisco Swim Study. *American Journal of Emergency Medicine*, 18(6), 703-707, (2000)
- 42) Ohnuki, K. Niwa, S. Maeda, S. Inoue, N. Yazawa, S. and Fushiki, T. : CH-19 Sweet,

- a Non-Punget Cultivar of Red Pepper, Increased Body Temperature and Oxygen Consumption in Humans. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 65(9), 2033-36, (2001)
- 43) Pugh, L. G. C., and Edholm, O. G. : The Physiology of Channel Swimmers. *The Lancet* 6893, 761-768, (1955)
- 44) Renata, R. T. C., Mendes, F. S. N. and Nobrega, A. C. L. : Risk of Hypothermia in a New Olympic Event: the 10-km Marathon Swim. *Clinics*, 64(4), p351-356, (2009)
- 45) Rogers, I. R., Brannigan, D., Montgomery, A., Khangure, N., Williams, A. and Jacobs, I., Tympanic Thermometry Is Unsuitable as a Screening Tool for Hypothermia after Open Water Swimming. *Wilderness and Environment Medicine*, 18(3) 218-221, (2007)
- 46) 三本木千秋, 加藤健志, 酒井健介, 森藤雅史, 杉浦克己, 今村貴幸, 寺尾保 : エリート競泳選手を対象とした、異なるトレーニング期の栄養摂取状況・血液性状および体組成の変化. *体力科学* 53(6) 755, (2004)
- 47) 佐々木敏 : 生体指標ならびに食事歴法質問票を用いた個人に対する食事評価法の開発. (分担研究総合報告書) 平成 13 年度 厚生科学研究費補助金健康科学総合研究事業 「健康日本 21」における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究報告書, 独立行政法人国立健康・栄養研究所:新宿区 9-17, (2002)
- 48) Shephard R. J. : Adaptation to exercise in the cold. *Sports Med.* 2(1) 59-71, (1985)
- 49) 菅原正志, Pleschka, K., 田井村明博, 高西敏正 : 寒冷化運動時の体温調節反応とカテコールアミンに及ぼす有酸素能力の影響. *体力・栄養・免疫学雑誌*, 10(1), 39-44, (2000)
- 50) 鷺見 全弘 (財団法人 日本水泳連盟オープンウォータースイミング委員長) 北京オリンピック マラソンスイミング 視察・分析報告書 Available from http://www.swim.or.jp/11_committee/18_ows/0811101.html
- 51) 鈴木隆雄 : 日本人のからだ 健康・身体データ集. 301, 朝倉出版 : 新宿区 (1996)
- 52) 武田英二 : 代謝栄養疾患-13 ビタミン欠乏・過剰症. *小児内科* 41 増刊号. 564-568, (2009)
- 53) 滝興治著 : 常陸の海水浴. 水戸常総新聞社 : 銚子市 (1902)
- 54) 田中英登, 齋藤歎能, 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: 遠泳実習における遠泳時体温変動, 横浜国立大学教育人間科学部紀要, 3, 117-123, (2000)
- 55) Thomas E. Terndrup : An Appraisal of Temperature Assessment by Infrared Emission Detection Tympanic Thermometry. *Annals of Emergency Medicine*, 21, 1483-1492 (1992)
- 56) Timbal, J., Loncle, M., and Boutelier, C.: Mathematical Model of Man's Tolerance to Cold Using Morphologic Factors. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 47(9) 958-964, (1976)
- 57) 山田哲雄, 倉沢新一, 笠原久弥, 林淳三: 持久的運動トレーニング時におけるビタミン B1、B2 代謝の変動. 関東学院大学人間環境学会紀要 2 137-142, (2004)
- 58) 山田幸生. 棚澤一郎. 谷下一夫. 横山真太郎. : からだと熱と流れの科学, 49-50, オーム社: 千代田区 (1998)
- 59) 山蔭道明監修: 体温のバイオロジー: 体温はなぜ 37°C なのか. 104, *メディカル・サイエンス・インターナショナル*: 文京区 (2005)
- 60) 矢野博己, 藤塚千秋, 椎葉大輔, 藤原有子, 米谷正造, 木村一彦: 全国の小・中学校および高等学校の遠泳実施状況調査. *川崎医療福祉学会誌* 15(1) 303-308, (2005)
- 61) 吉村昭: 暁の旅人. 290, 講談社: 文京区 (2005)
- 62) 財団法人日本水泳連盟編: オープンウォータースイミング教本. 2, 大修館書店: 千代田区 (2006)

第9章 謝辞

論文作成にあたり、様々な角度からご援助下さりましたスポーツ栄養学研究室 鈴木勝彦先生、水泳研究室 鈴木大地先生に感謝を申し上げます。論文作成に際して基本的な事柄から応用的なことにご指導賜りました生理学教室 米田継武先生に深謝いたします。

遠泳実習において、快く調査をご許可下さりました金子今朝秋先生、菅波盛雄先生、その他の教員、実習補助の諸先生、本学スポーツ健康科学部スポーツ栄養学研究室の皆様深く感謝いたします。また、OWS レースにおける調査をご快諾して下さいました(財)日本水泳連盟オープンウォータースイミング委員会鷺見全弘委員長には厚く御礼申し上げます。館山オープンウォータースイムレース大会運営関係者ならびに千葉県水泳連盟マスターズ委員会の皆様、筑波大学人間総合科学研究科 渡部厚一先生に深謝いたします。

調査にご協力下さりました慶應義塾大学体育會水泳葉山部門監督 莊村知章先生はじめ部員の皆様、その他 OWS 一般参加選手の皆様に御礼を申し上げます。

また、栄養調査にご協力賜りました(独)国立健康・栄養研究所高田和子先生、カプシエイト、ビタミンEの二重盲検資料作成にご協力賜りました順天堂大学医学部臨床薬理学 教授・薬剤部長佐瀬 一洋佐瀬先生に厚くお礼申し上げます。

第10章 欧文要約

Effects of body composition and diet on thermoregulation during open-water swimming.

OBJECTIVE: A previous study by our group revealed that high intake of vitamin B2 enhanced thermoregulation in cold environments. Our objectives were to describe the effects of body composition and diet (including vitamins) on changes in core body temperature after long-distance swimming, and to examine the possible thermoprotective effect of capsiate during water exercise.

METHODS: Thirty-two athletes participated in a study of the relationship between diet and accidental hypothermia during a 2009 open-water swimming race in Tateyama. In addition, 101 and 110 college students who participated in long-distance swim camps in 2008 and 2009, respectively, were enrolled in this study. Percent body fat, body mass index, skin fold thickness, tympanic temperature, and dietary intake for one month prior to long-distance swimming were measured. Capsiate was administered to four snorkelers and eight college swimmers in a double-blind fashion.

RESULTS: In ten male athletes who completed a 1 kilometer open-water swimming race, a significant negative correlation was seen between percent body fat and grade of hypothermia ($r=0.612$, $p=0.007$). In the 2009 long-distance swim camp, at a water temperature of 20 - 22 ° C, the 62 male students, whose percent body fat was significantly lower than that of the 45 female students, showed worse hypothermia after swimming than the female students. A negative correlation was noted between energy intake per body weight and percent body fat ($r=-0.405$, $p=0.001$), and body mass index ($r=-0.262$, $p=0.039$). In forty-three male students, whose body mass index was within one standard deviation and whose normal pre-swimming body temperature was below 37.7 ° C, a significant negative correlation was seen between intake of vitamin B2, percent body fat, and grade of hypothermia. No relationship was seen between nutritional intake of vitamin

B2 and body mass index or percent body fat. A protective effect of capsiate on thermoregulation was observed in 4 snorkelers (35.2 ± 0.6 ° C vs. placebo : 34.5 ± 0.3 ° C), but significant hypothermia (34.3 ± 0.5 ° C vs. 35.3 ± 0.5 ° C) was noted in all college students after 100 minutes of swimming.

CONCLUSIONS: We found a positive relationship between intake levels of vitamin B2 and adaptive thermoregulation. This study shows that nutritional components such as riboflavin can play an important role in thermoregulation during exercise in cold water.

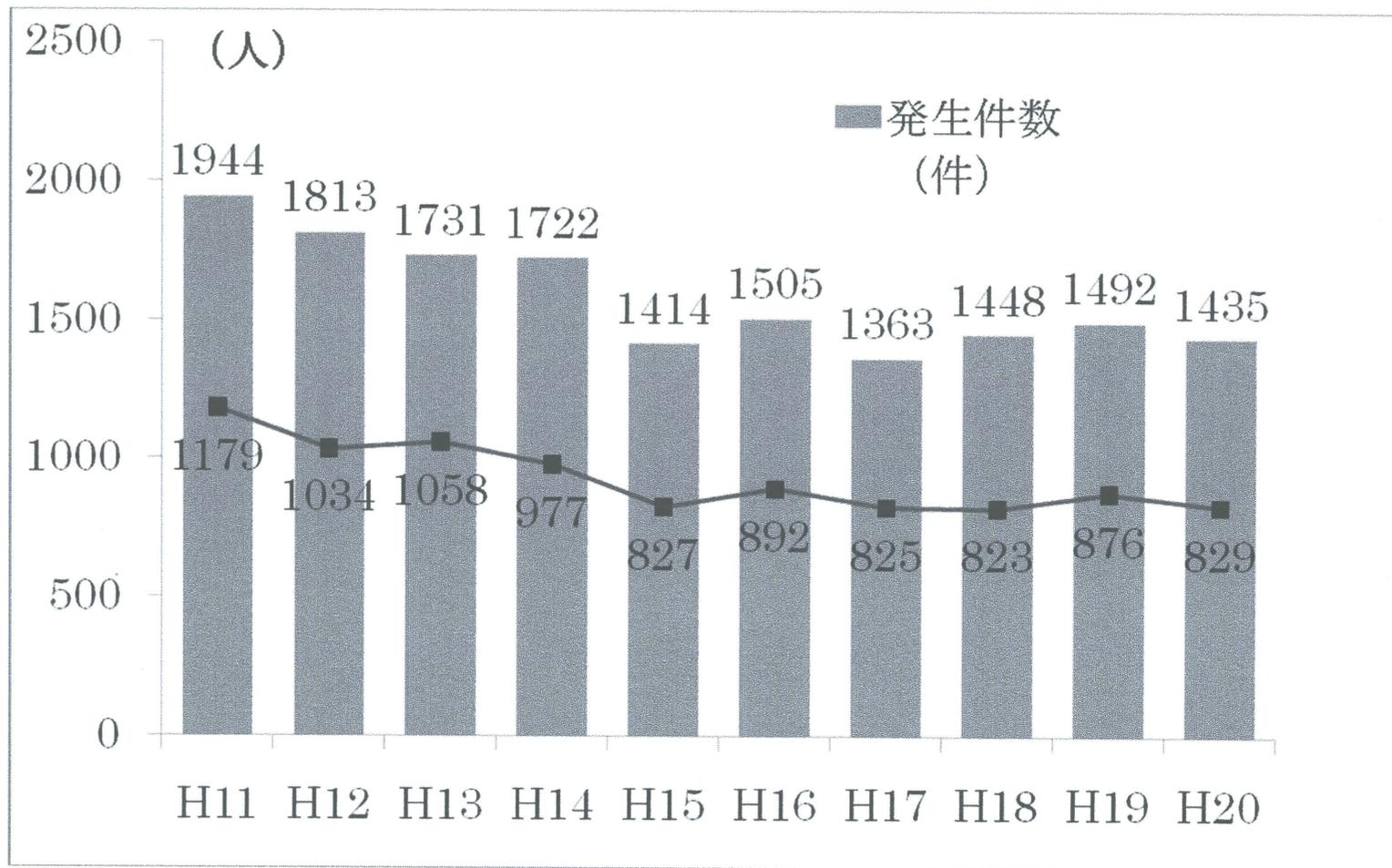


図1 平成20年度水難事故発生件数 棒グラフの数字は発生件数を、上部の数字は人数を示す。

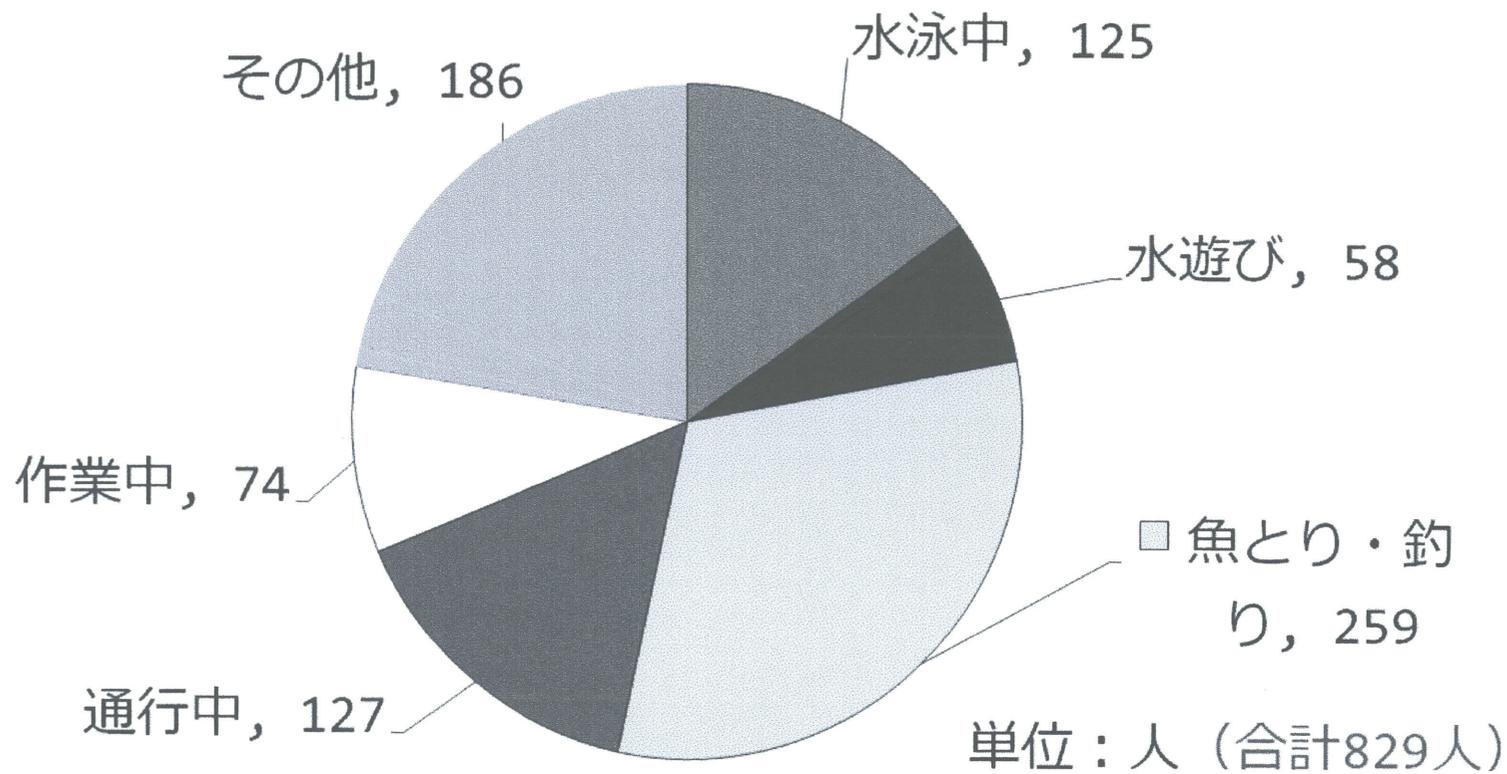


図2 平成20年水難事故 水死者数行為別内訳

「水泳中」とは、いわゆる遊泳、学校における授業又はクラブ活動としての水泳、競泳競技中における死傷を表わす。スノーケリングはフィッシュウォッチとしてなら「水遊び」に、海藻最終など調査の場合は「作業中」に入る。

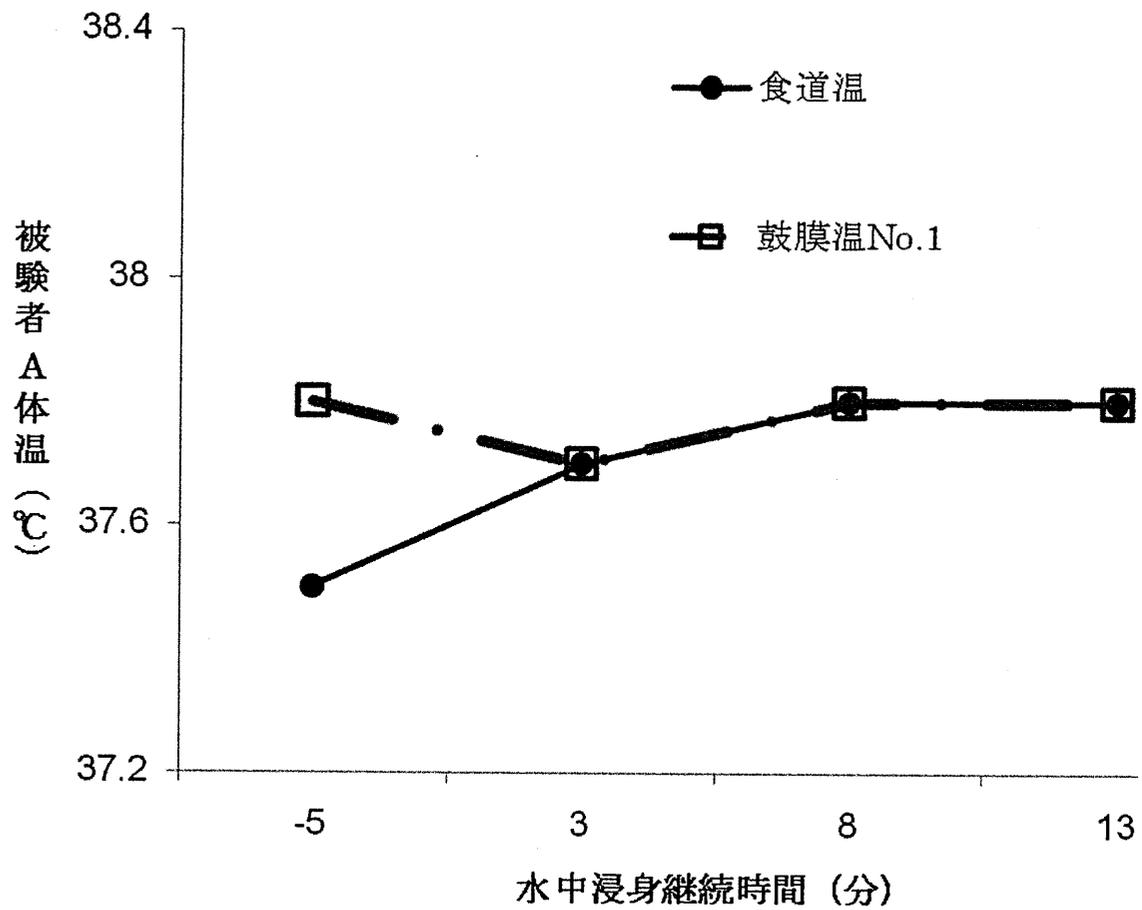


図3 被験者Aにおける水中浸身中の体温（食道温度と鼓膜温度）変化

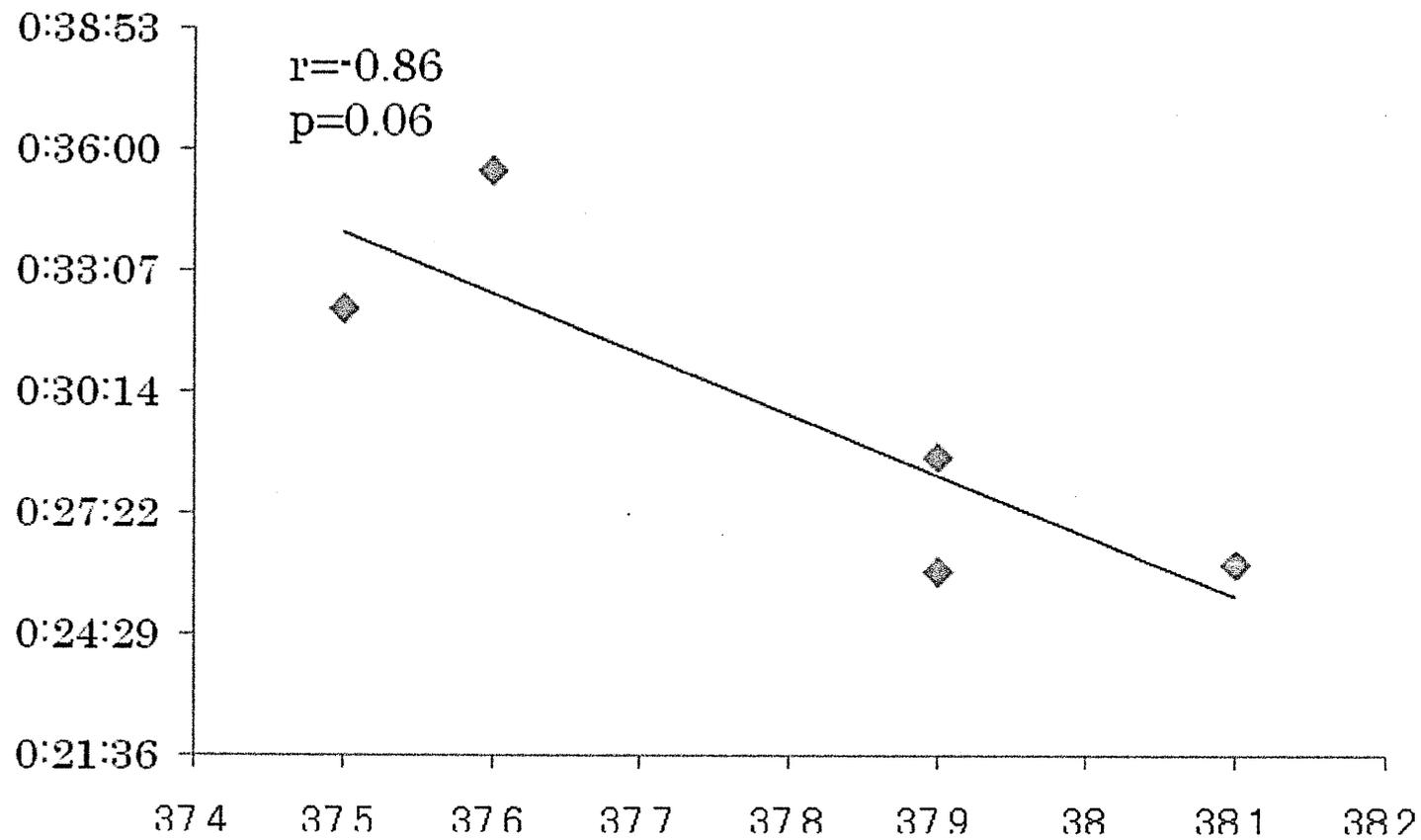


図4 1km レースにおける女性のレース前鼓膜温と競技成績の関係 (n=5)

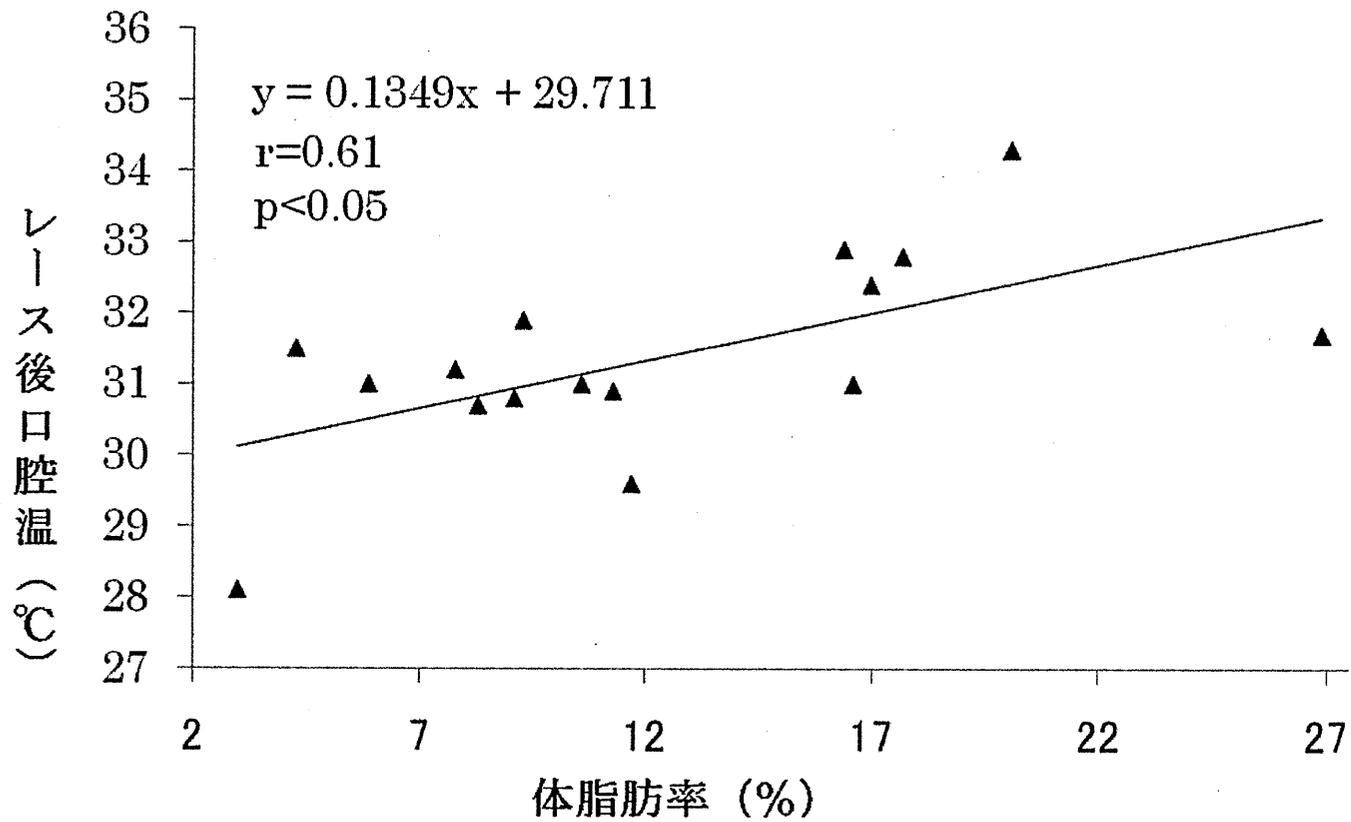


図5 2008年OWS 男子(3km)の体脂肪率とレース後体温(口腔温) (n=16)

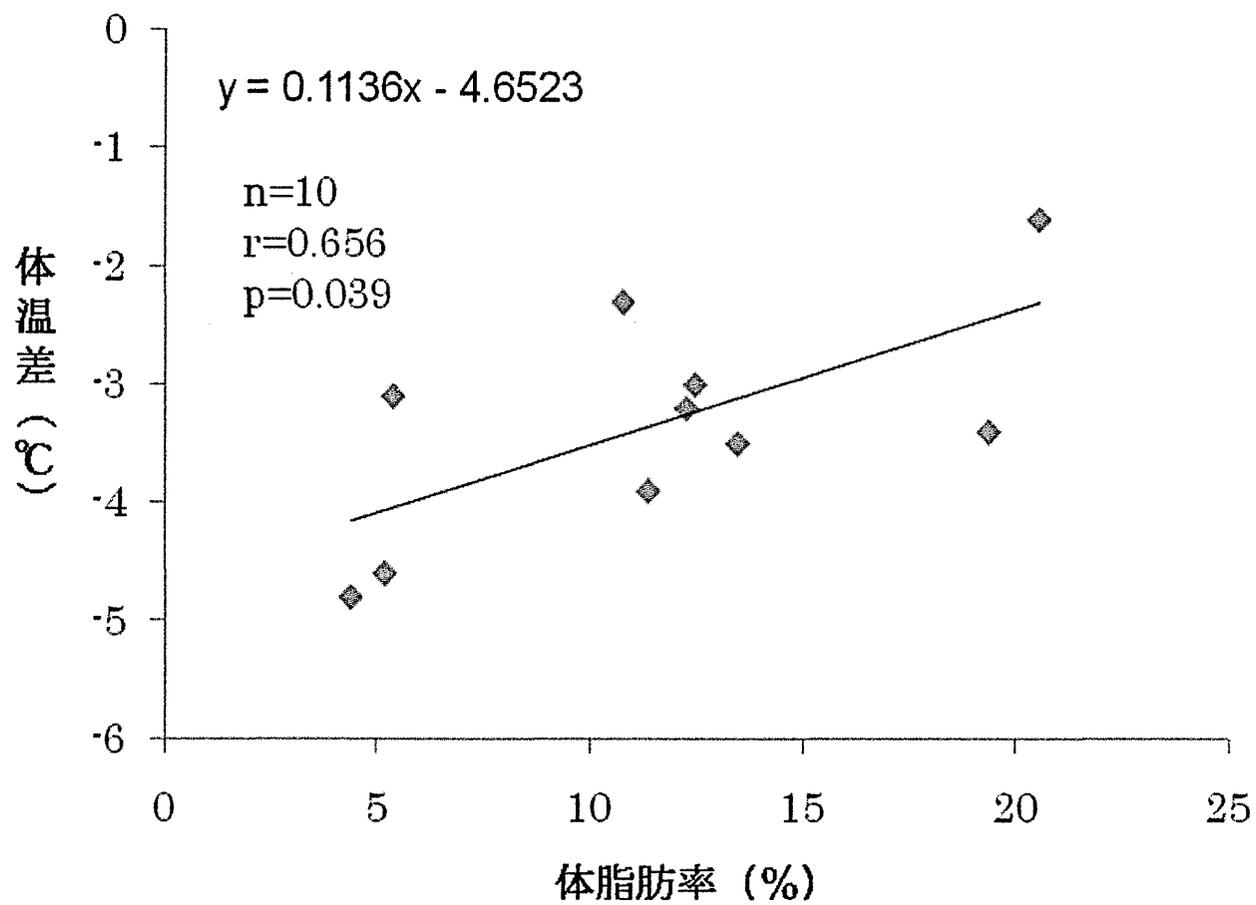


図6 2009年1kmレース対象者男性10名の体脂肪率とレース前後の体温差の関係

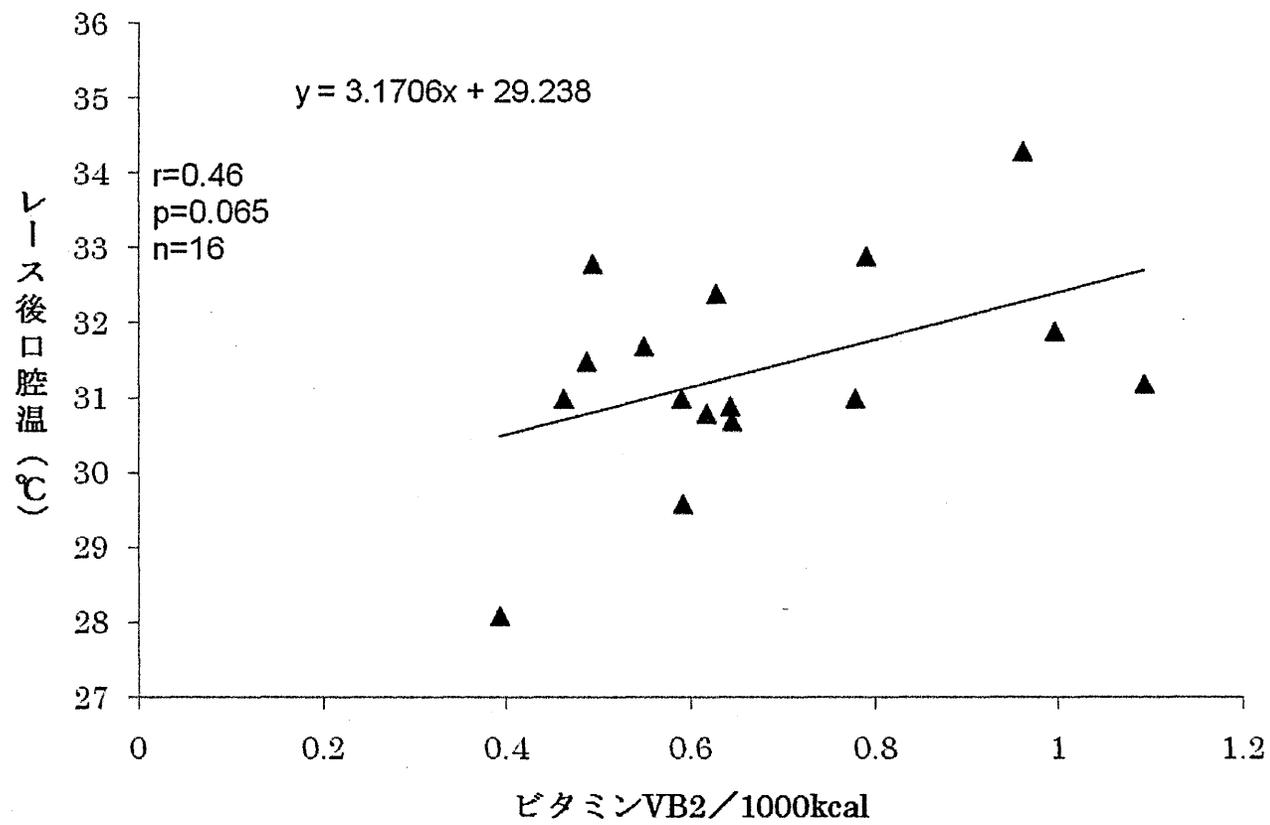


図7 男子 (3km) のエネルギー1000kcal 当たりの VB2 摂取量とレース後体温

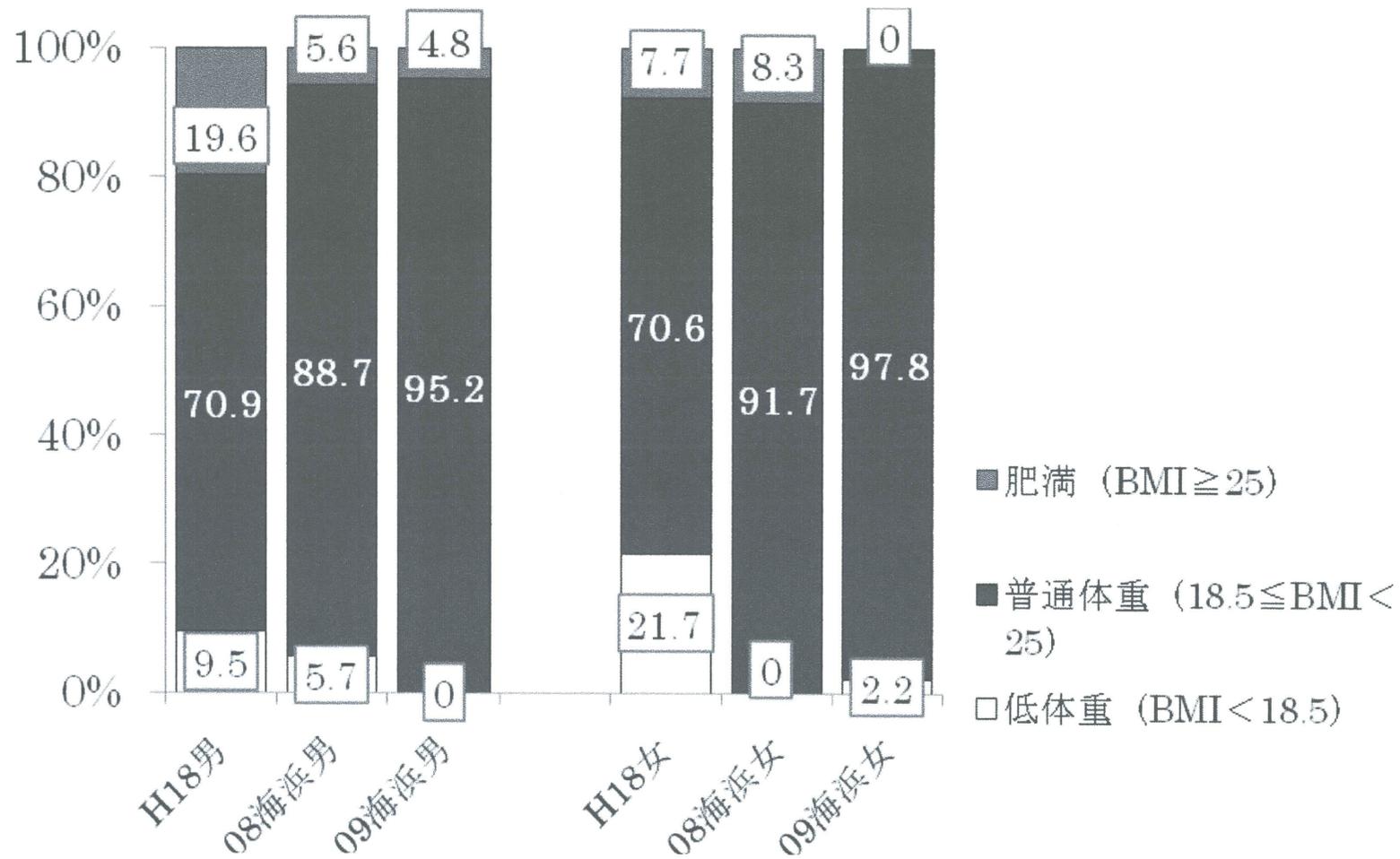


図8 身体状況全国との比較 昭和61年・平成18年それぞれ（男女共に）20-29歳における割合（国民栄養調査結果参照）

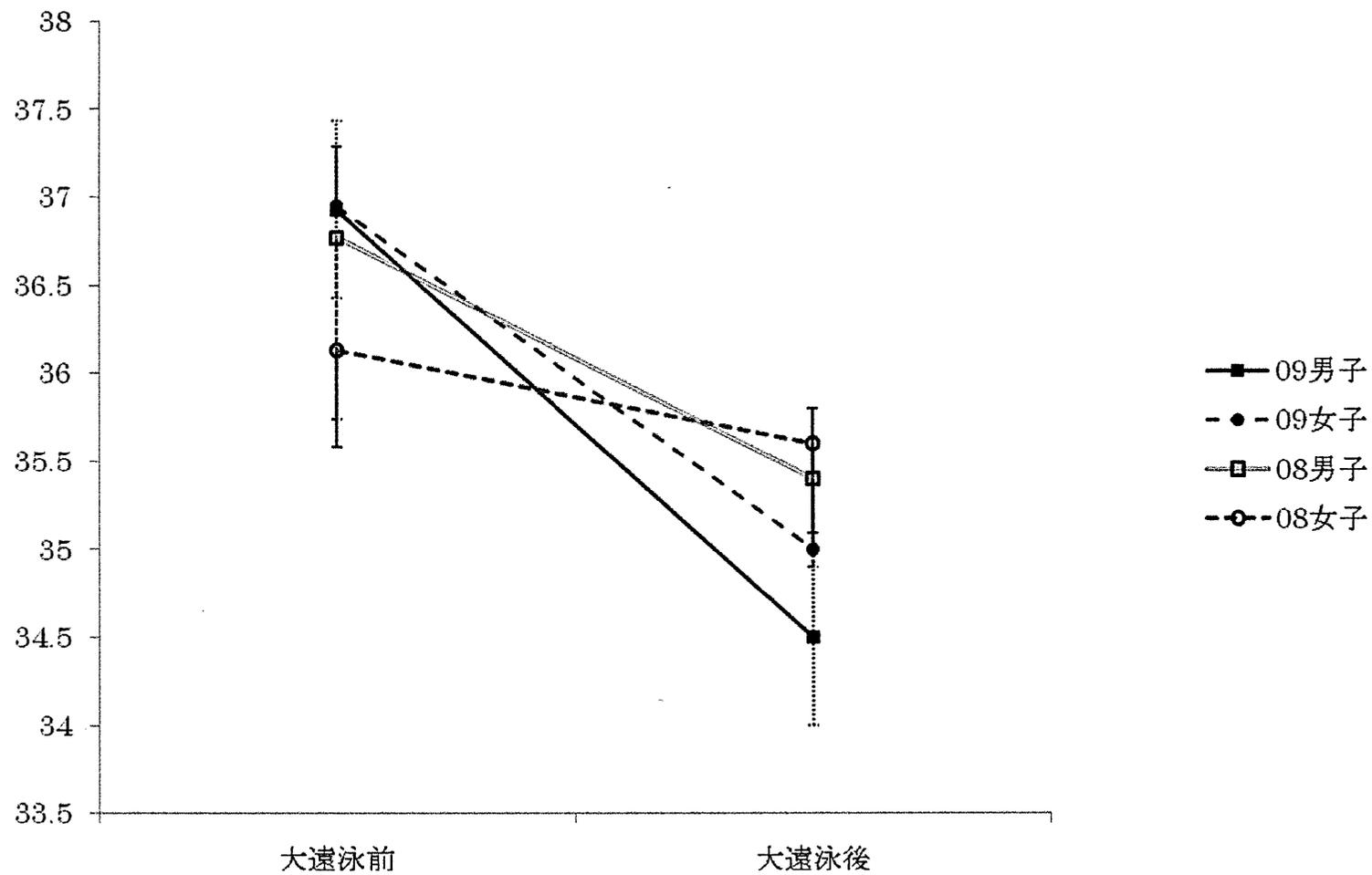


図9 2008年度（水温 26-28°C）、2009年度（水温 20-22°C）における大遠泳前後の体温変化

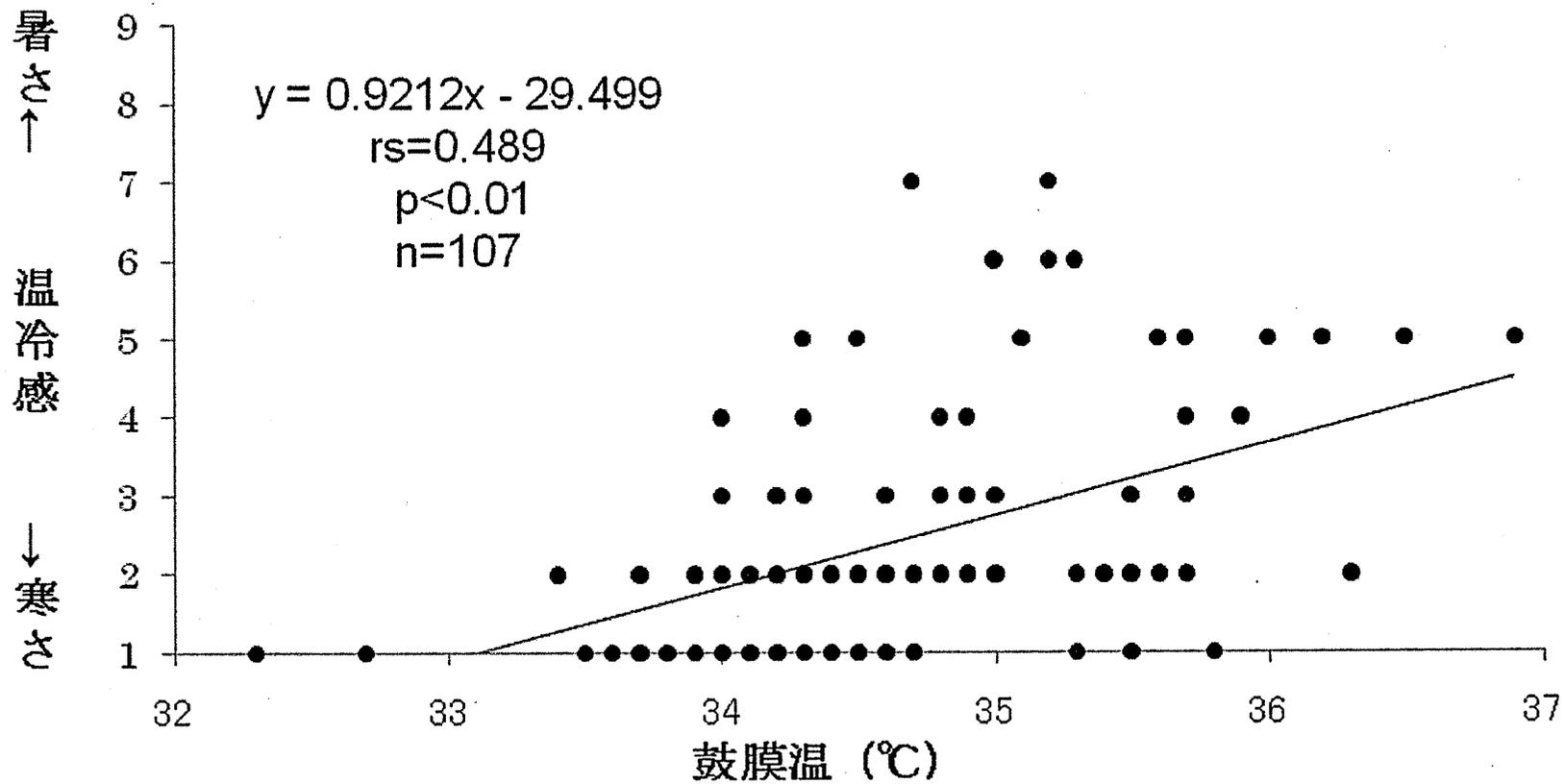


図 10 09年大遠泳後の鼓膜温度と、主観的温冷感の関係。温冷感と鼓膜温の順位相関係数 (rs) を求めた。

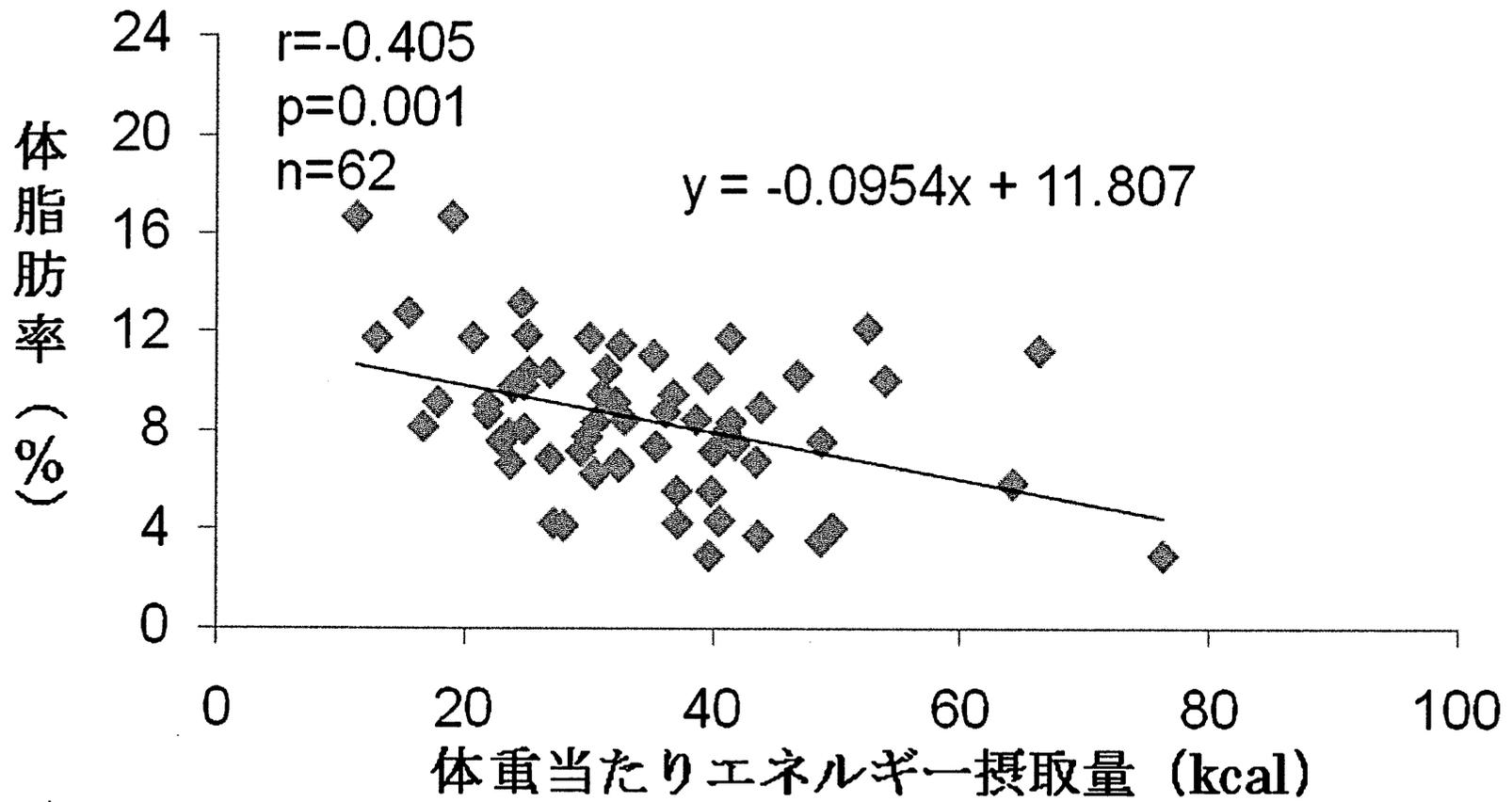


図 11 09年海浜実習男子学生における摂取エネルギー（体重当たり）と体脂肪率の関係

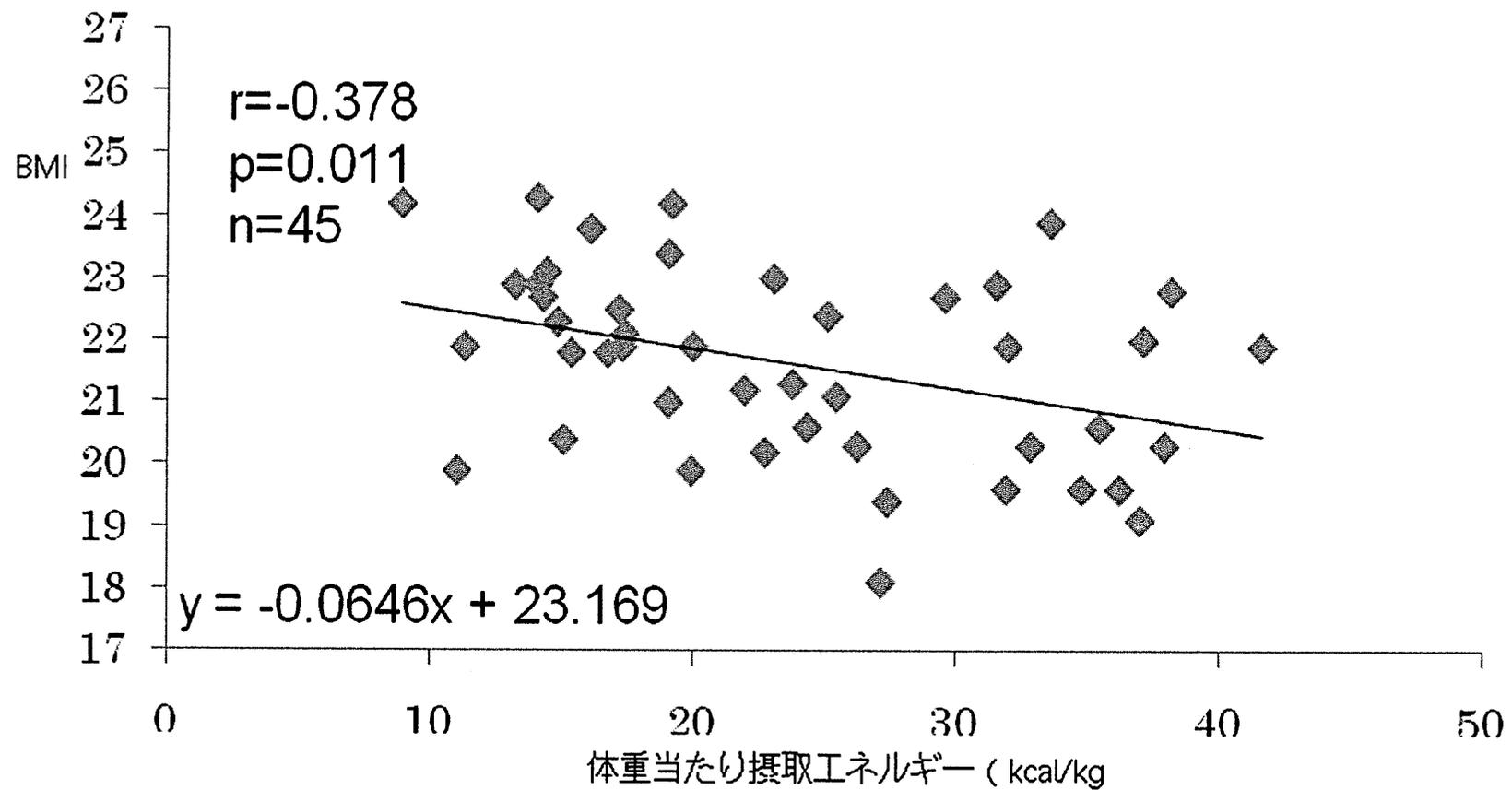


図 12 2009 年海浜実習女子学生における、摂取エネルギー（体重当たり）と BMI の関係

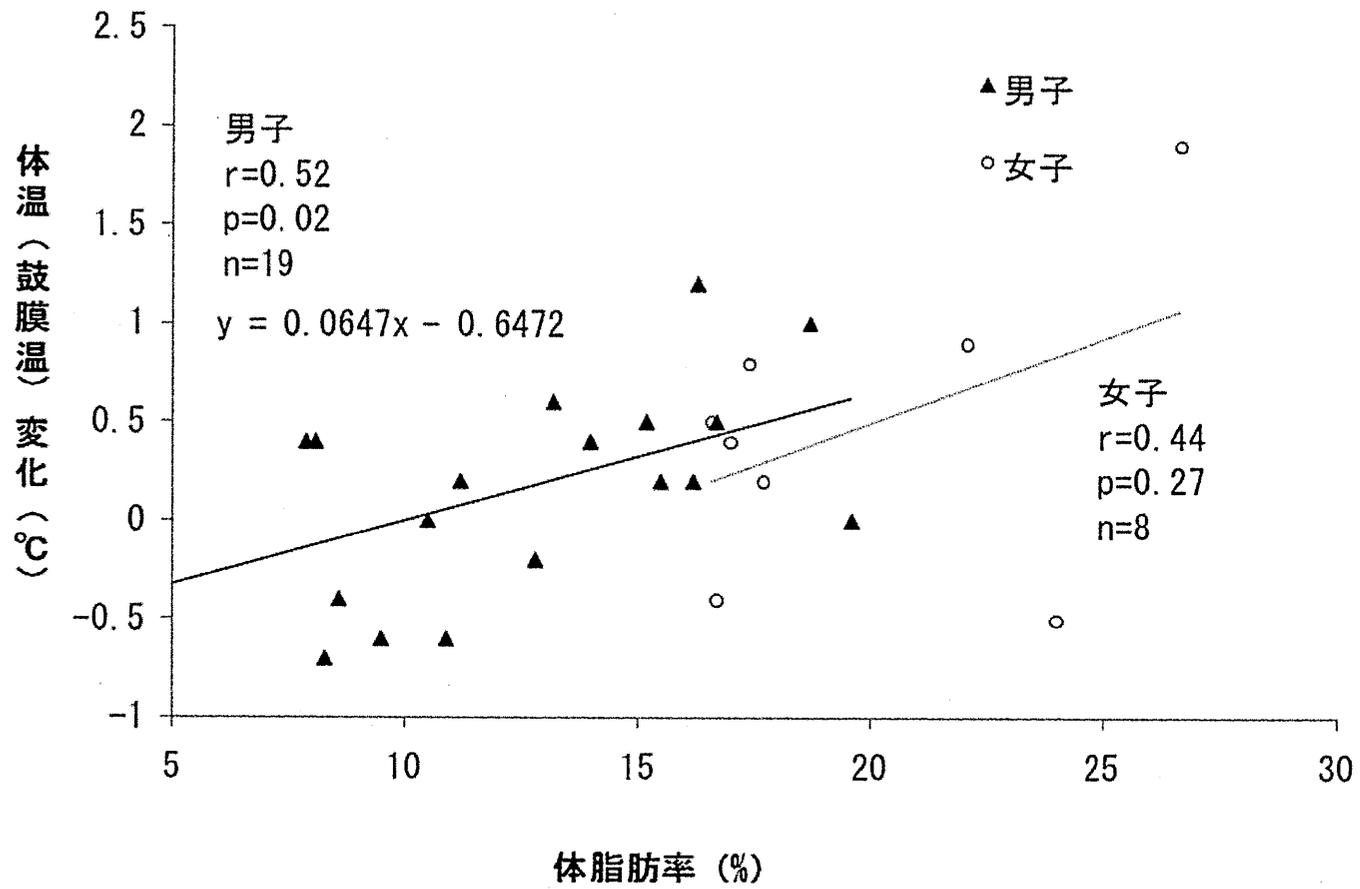


図 13 2008年男子と女子それぞれの大遠泳前後の体温差と体脂肪率の関係

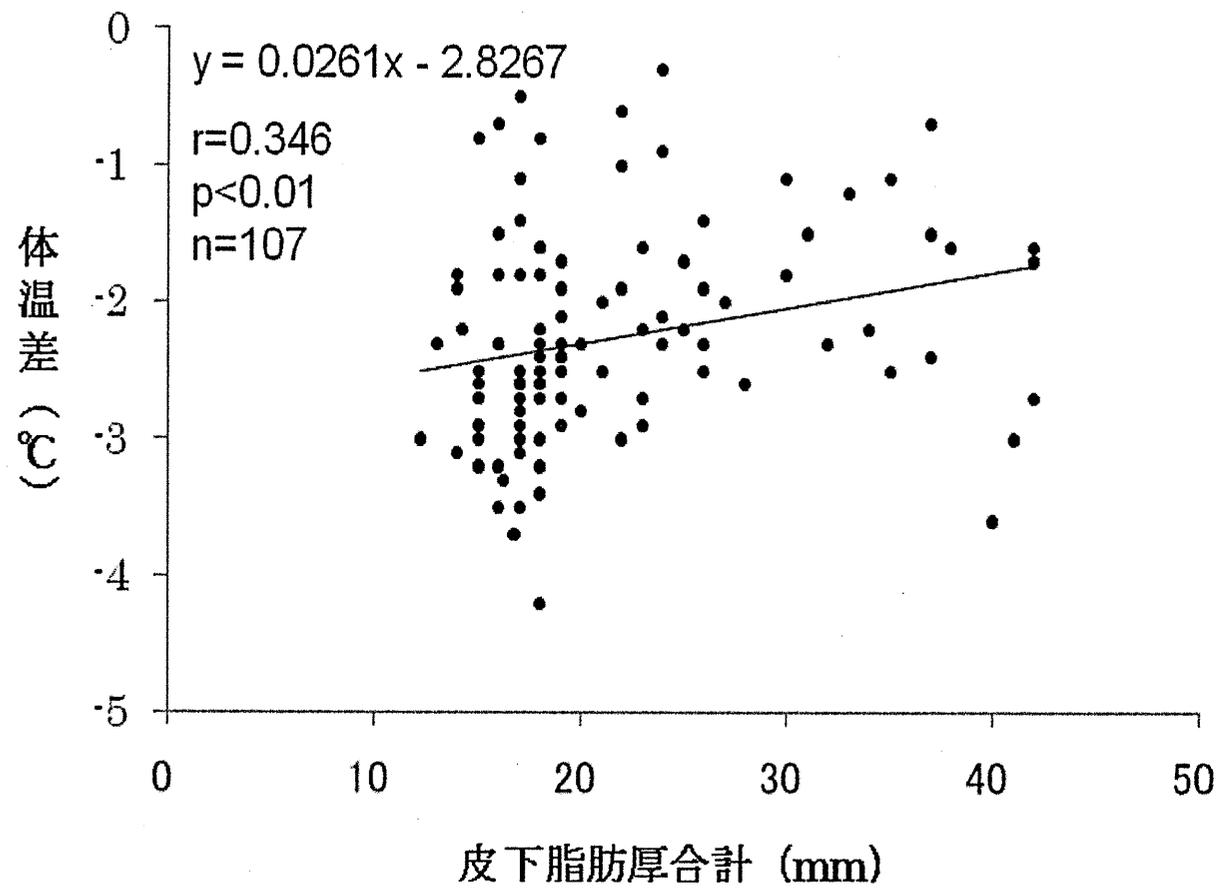


図 14 2009 海浜実習参加者の体温変化と皮下脂肪厚の関係

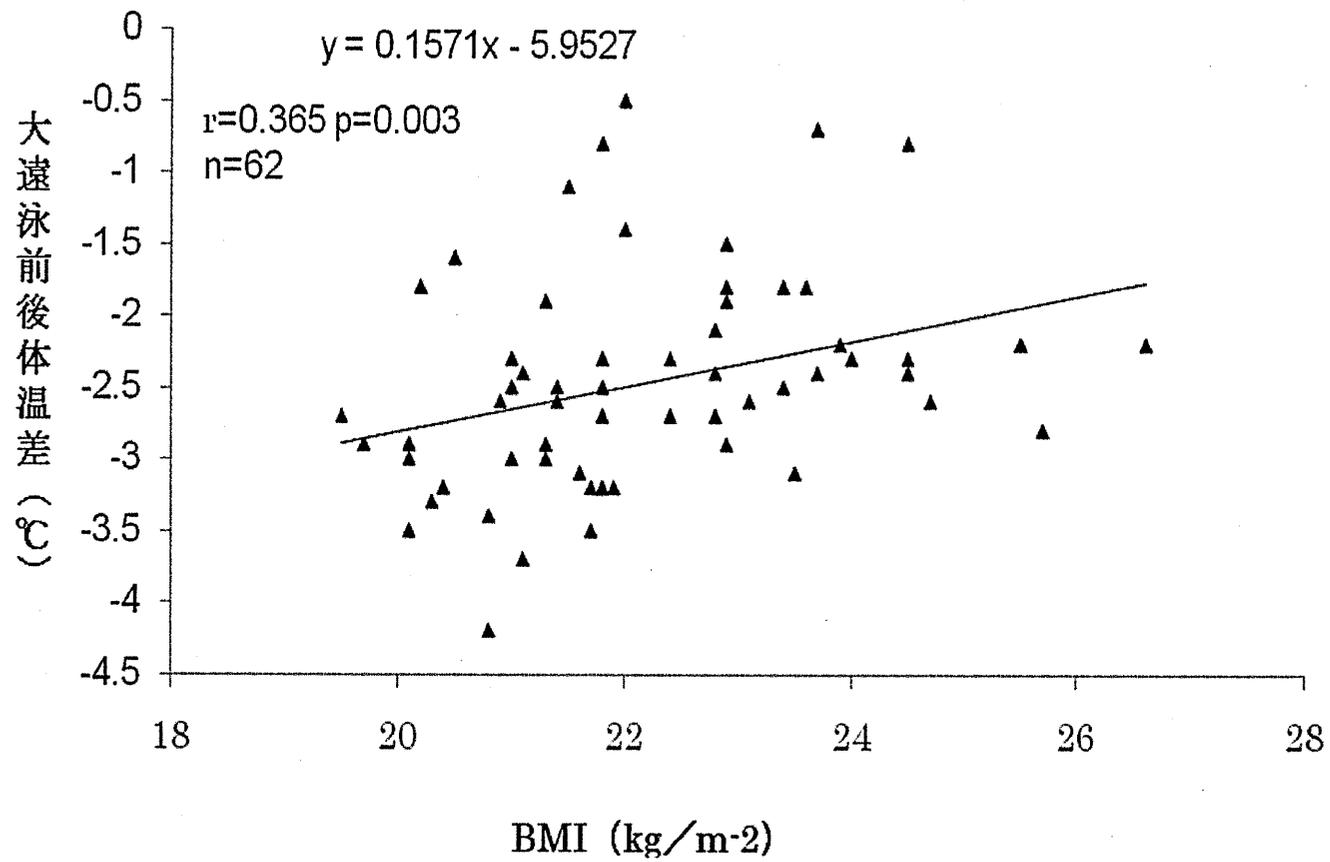


図 15 2009 海浜実習男子 62 名における、BMI と大遠泳前後の体温差の関係

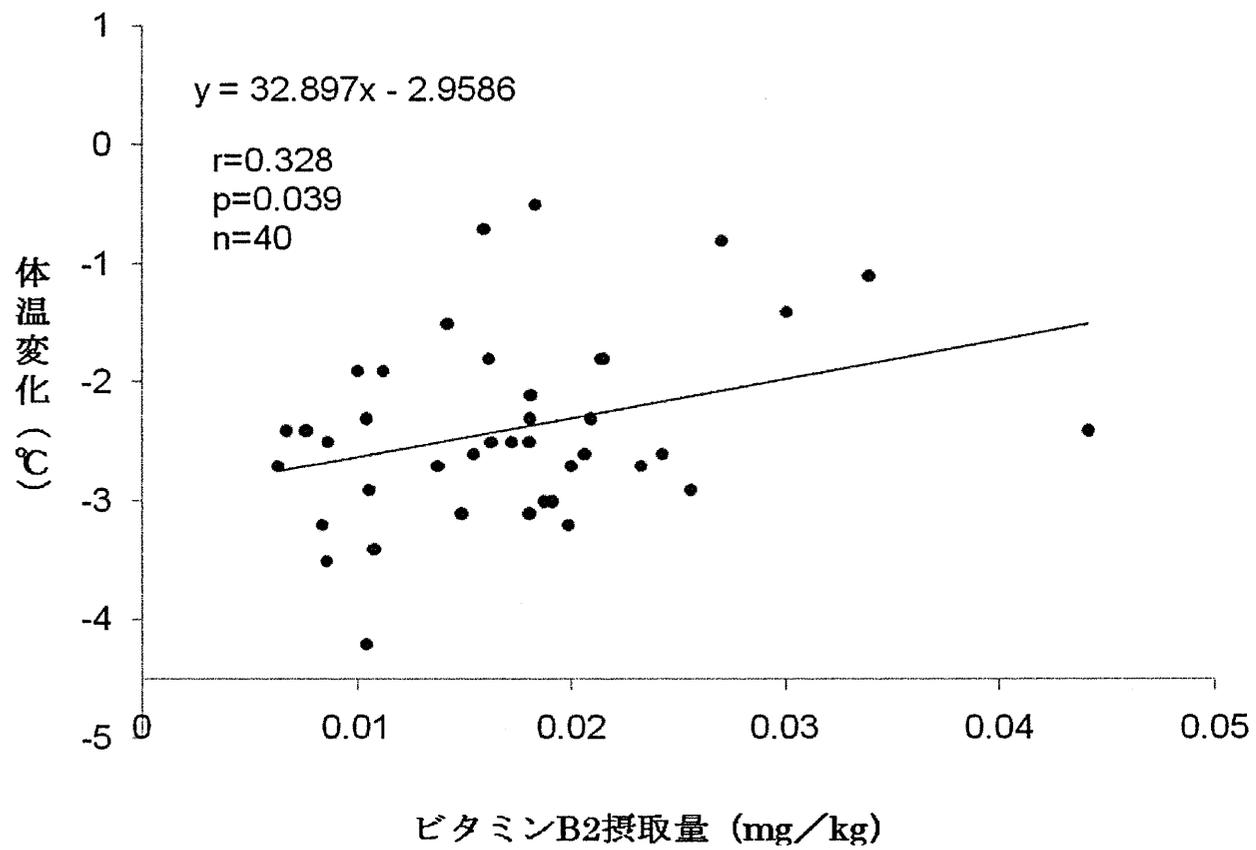


図 17 2009年海浜実習男子の大遠泳前後の体温差とビタミン B2 摂取量 (体重当たり) の関係

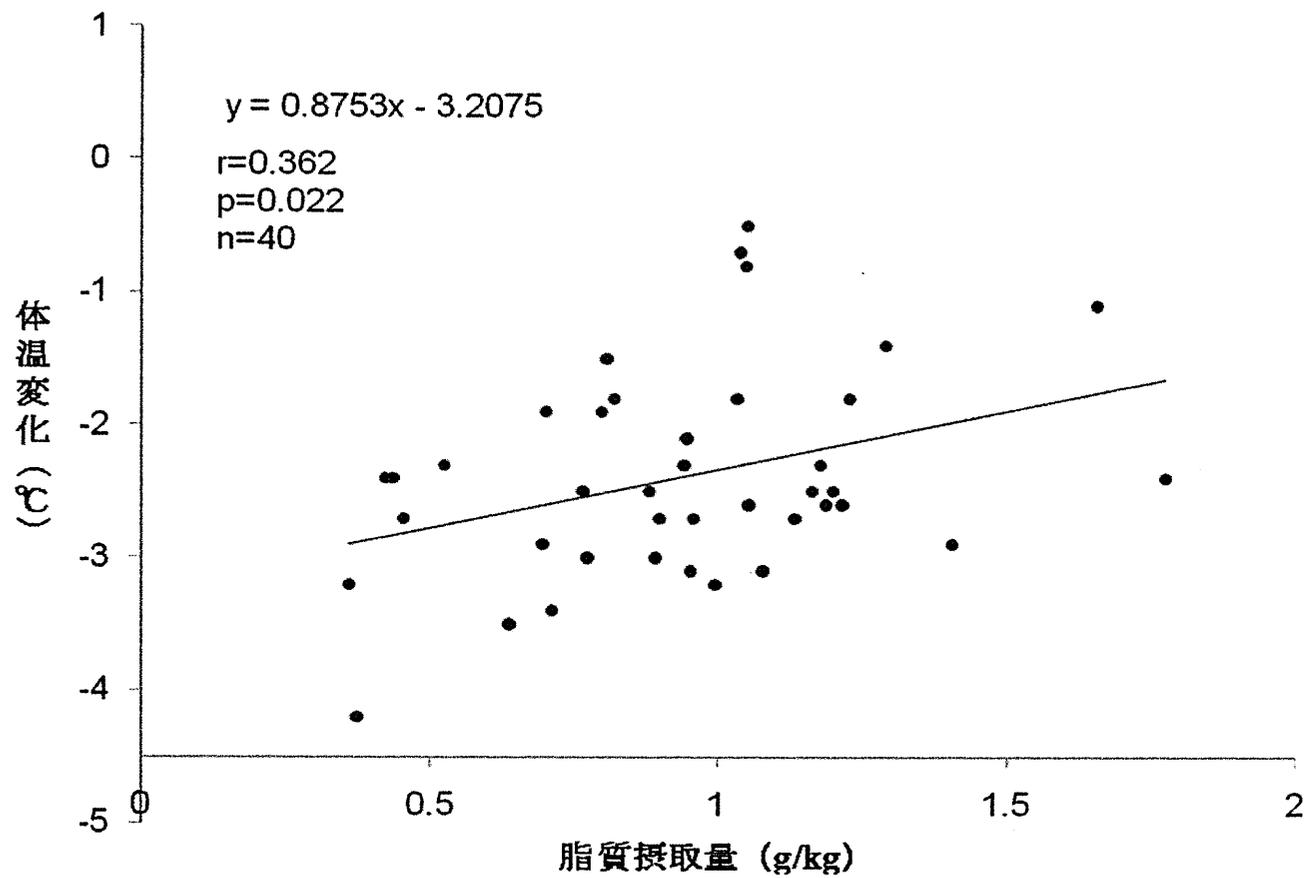


図 18 2009 年海浜実習男子の大遠泳前後の体温差と脂質摂取量 (体重当たり) の関係

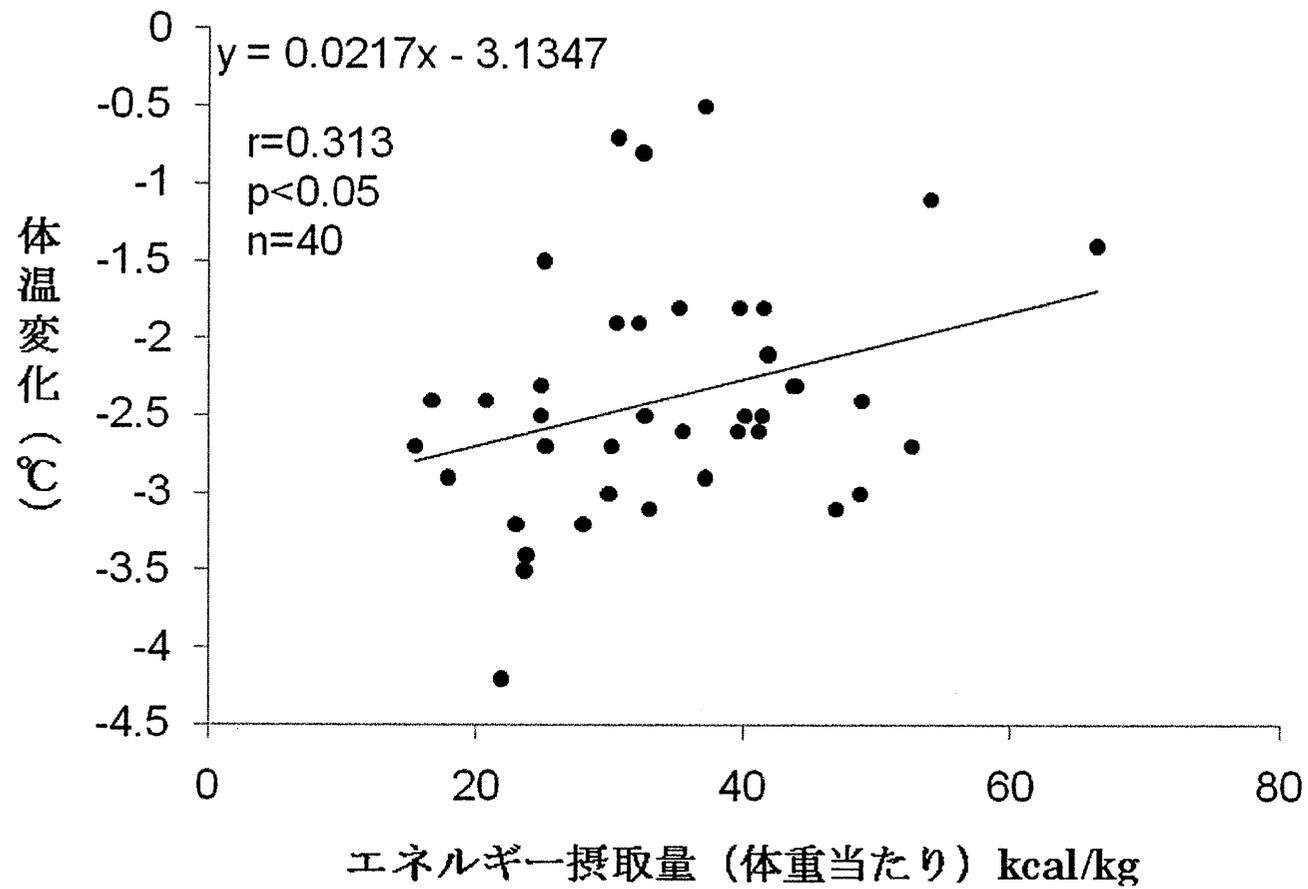


図 19 2009 海浜実習男子の体温変化とエネルギー摂取量の関係

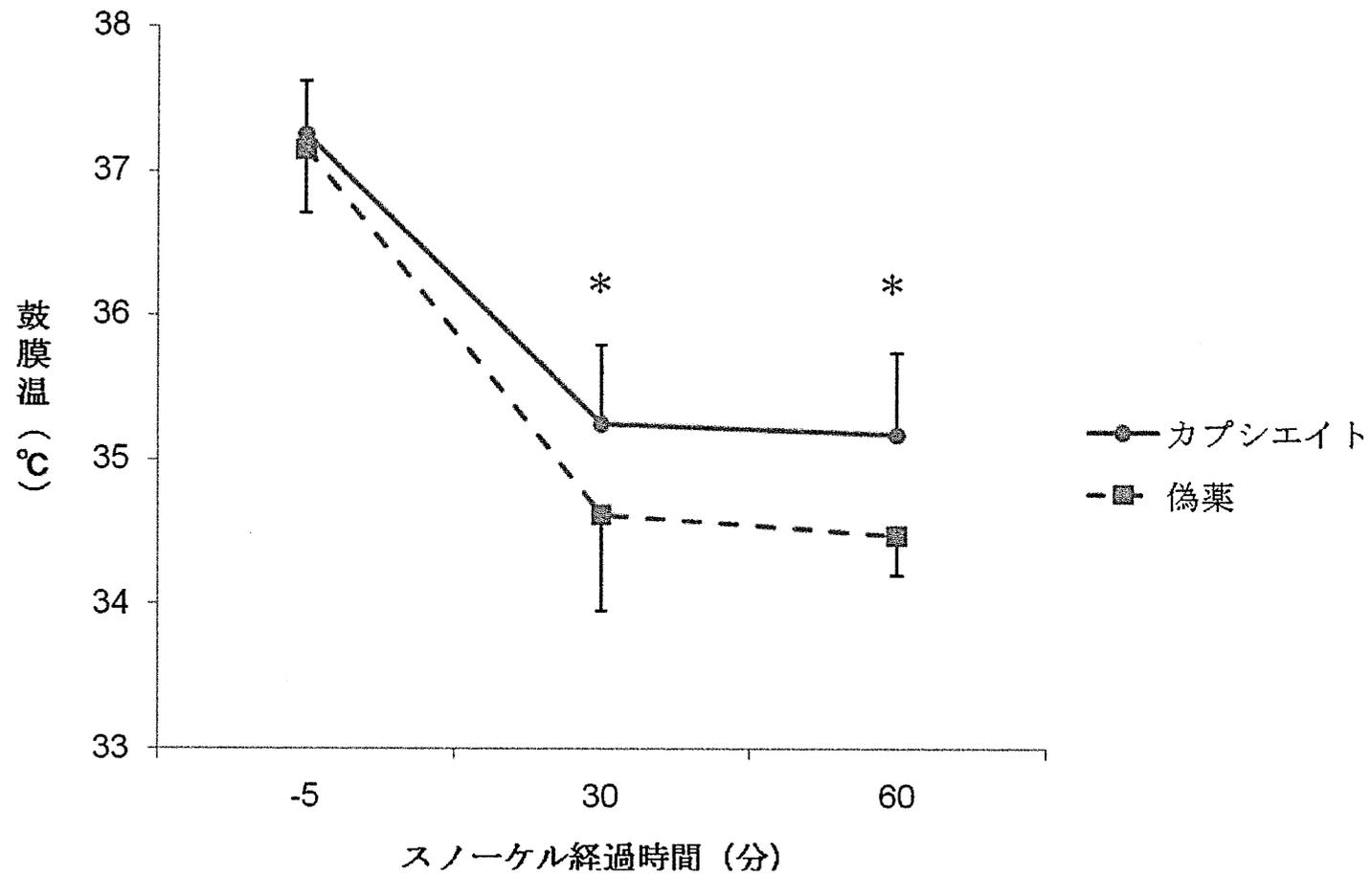


図 20 スノーケルにおけるカプシエイトと偽薬 (VE) 摂取時の体温変化 * : $p < 0.05$

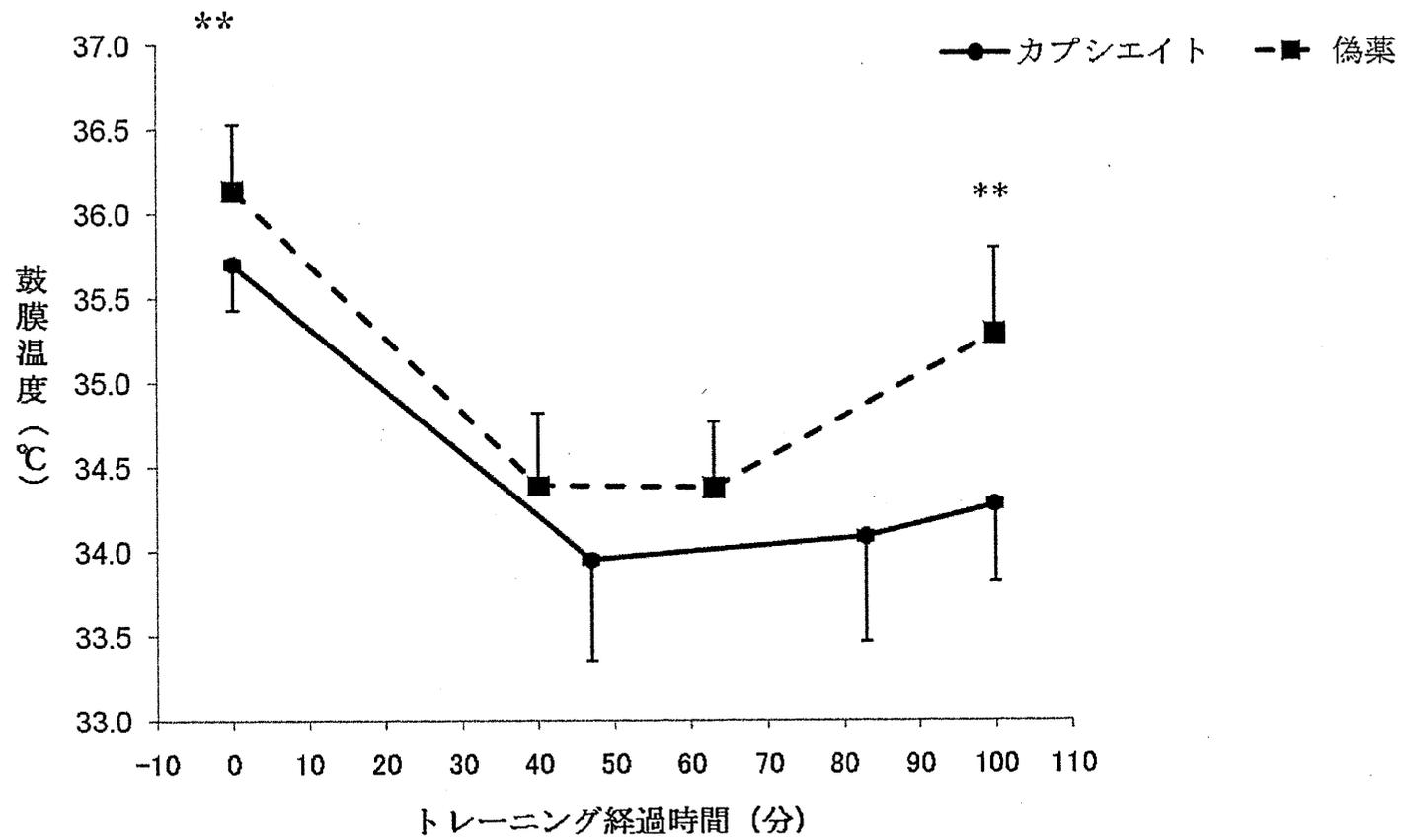


図 21 水泳におけるカプシエイトと偽薬 (VE) 摂取時の体温変化 ** : $p < 0.01$

表1 偶発性低体温症のステージごとの症状

偶発性低体温症のステージ

35℃近くになると・・・

熱産生を増加し体温を維持するための激しい震え（シバリング）

35℃以下・・・

体の動きが流暢さを失い、不器用さが増し動きの統制がとれなくなってくる（筋温低下による運動失調）。
脳機能低下。眠気、健忘。

34℃以下・・・

不器用さに加え、意識混濁、昏迷。心肺系では徐脈傾向。

33℃以下・・・

意識の明白な衰え、感覚鈍磨（視覚鈍磨、外環境の情報に対する知覚の鈍磨）、刺激に対する応答の脆弱化

更に深刻化すると・・・(32～28℃)

神経系：昏迷、瞳孔拡大、シバリング消失、筋硬直

心肺系：軽度徐脈、血圧軽度低下、心房・心室細動、呼吸数減少

表2 2008年館山OWS 対象者の体格特徴と体温結果

		年齢 (歳)	BMI	体脂肪率 (%)	レース後 口腔温 (°C)	レースタイム平均
1 kmレース	男性 n=4	32.0±6.3	22.3±0.56	12.9±2.31%	31.8±1.76 (29.5~33.7)	25分33秒 (19分47秒~30分51秒)
1 kmレース	女性 n=3	33.7±6.1	19.4±0.82	18.0±5.54%	31.0±1.67 (29.7~32.9)	19分16秒 (18分27秒~19分51秒)
3 kmレース	男性 n=17	23.5±11.0	22.0±2.66	12.3±6.18%	31.3±1.38 (28.1~34.3)	1時間0分5秒 (46分2秒~1時間39分51秒)

表3 主観的温冷感：9段階の温冷感スケール

1.かなり寒い
2.寒い
3.涼しい
4.少し涼しい
5.暑くも寒くもない
6.少し暖かい
7.暖かい
8.暑い
9.かなり暑い

表 4 2009 OWS 出場者の特性と体温結果(3km レース)

(レースタイム平均 1 時間 23 分 05 秒±07 分 58 秒)

	年齢(歳)	BMI	体脂肪率(%)	皮下脂肪厚※ (mm)	レース後体温 (鼓膜温)(°C)	レース直前との 体温差(°C)
男性 n=8	31.9±7.41	23.6±3.71	15.3±5.35	19.2±9.09	33.8±1.01 (32.6~35.3)	-4.0±0.43 (-4.6~-3.6)
女性 n=8	50.9±13.57	21.5±1.78	23.7±5.31	23.1±5.55	35.1±0.22 (34.9~35.4)	-1.7±0.37 (-2.1~-1.2)

※臍横、上腕三頭筋、膝蓋骨上部の皮下脂肪厚の合計

表 5 2009 OWS 出場者の特性と体温結果(1km レース)

(レースタイム平均 29 分 12 秒±4 分 03 秒)

	年齢(歳)	BMI	体脂肪率(%)	皮下脂肪厚※ (mm)	レース後体温 (鼓膜温)(°C)	レース直前との 体温差(°C)
男性 n=10	43.2±10.7	22.8±1.44	11.6±5.28	16.5±3.45	34.3±0.94 (32.8~36.0)	-3.34±0.92 (-4.8~-1.6)
女性 n=6	50.8±16.3	21.9±2.10	24.1±8.23	19.2±4.95	35.3±0.71 (34.7~36.2)	-2.48±0.75 (-3.1~-1.3)

※臍横、上腕三頭筋、膝蓋骨上部の皮下脂肪厚の合計

表6 2008年館山OWS対象者の食事調査結果

項目	男子 (n=20)	女子 (n=3)
エネルギー (kcal)	2506±774	1618±361
エネルギー (体重当たり) (kcal/kg)	40.3±14.1	32.9±8.7
たんぱく質 (体重当たり) (g/kg)	1.42±0.48	1.18±0.19
脂質 (体重当たり) (g/kg)	1.16±0.41	1.03±0.69
炭水化物 (体重当たり) (g/kg)	5.68±2.35	4.28±0.98
ビタミンA (μgRE)	1048±760	495±296
ビタミンB1 (mg/1000kcal)	0.39±0.06	0.40±0.05
ビタミンB2 (mg/1000kcal)	0.68±0.20	0.73±0.20
ビタミンC (mg)	127±62.2	85±55.7
カルシウム (mg)	713±259	633±266
鉄分 (mg)	9.46±2.81	5.46±1.35

各値を平均値±標準偏差で示した。エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物の体重当りは、それぞれの値を体重 (kg) で除した。

表7 2009年館山OWS対象者の食事調査結果

項目	男子 (n=16)	女子 (n=13)
エネルギー (kcal)	2481±889	1924±550
エネルギー (体重当たり) (kcal/kg)	37.4±13.4	35.0±11.6
たんぱく質 (体重当たり) (g/kg)	1.32±0.54	1.30±0.52
脂質 (体重当たり) (g/kg)	1.15±0.42	1.06±0.46
炭水化物 (体重当たり) (g/kg)	4.85±1.69	4.67±1.27
ビタミンA (μgRE)	971±472	1172±1292
ビタミンB1 (mg/1000kcal)	0.42±0.10	0.42±0.07
ビタミンB2 (mg/1000kcal)	0.71±0.18	0.73±0.19
ビタミンC (mg)	154±80.1	135±75.5
カルシウム (mg)	713±267	622±239
鉄分 (mg)	10.19±4.55	8.94±3.16

各値を平均値±標準偏差で示した。エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物の体重当りは、それぞれの値を体重 (kg) で除した。

表 8 2008 海浜実習 大遠泳後に体温測定した 27 人の体格特徴と体温結果

	年齢(歳)	BMI	体脂肪率(%)	起床時体温 (鼓膜温)(°C)	大遠泳後体温 (鼓膜温)(°C)	起床時※との体温差(°C)
男子 (n=19)	19.3±0.71	22.9±2.13	12.5±4.02	35.2±0.41°C	35.4±0.5(34.1~36.1)	0.16±0.50(-0.7~1.2)
女子(n=8)	18.4±0.52	21.0±1.34	19.8±3.68	35.1±0.39°C	35.6±0.51(34.8~ 36.2)	0.48±0.77(-0.5~1.9)

(遠泳時間 156 分)

表9 2009年度海浜実習に参加した学生の体格特徴と大遠泳後の体温結果

	年齢(歳)	BMI	体脂肪率(%)	※皮下脂肪厚 (mm)	大遠泳後体温 (鼓膜温)(°C)	大遠泳直前との体温差(°C)
男子 n=62	18.7±0.85	22.2±1.69	8.5±3.02	16.8±2.0	34.5±0.63(32.3~ 35.8)	-2.47±0.75°C(-4.2~ -0.5)
女子 n=45	18.4±0.65	21.6±1.51	21.4±5.45	26.7±7.6	35.0±0.80(32.7~ 36.9)	-1.99±0.73°C(-3.6~ -0.3)

※臍横、上腕三頭筋、膝蓋骨上部の皮下脂肪厚の合計

(遠泳時間 144分)

表 10 2008 年の学生の食事摂取状況

項目	男子 (n=53)	女子 (n=48)
エネルギー (kcal)	2049±777	1517±657
エネルギー(体重当たり) (kcal/kg)	31.6±11.9	27.1±11.5
たんぱく質(体重当たり) (g/kg)	1.01±0.45	0.85±0.37
脂質(体重当たり) (g/kg)	0.80±0.34	0.82±0.39
炭水化物(体重当たり) (g/kg)	4.93±2.09	3.96±1.80
ビタミン A (μgRE)	552±428	426±414
ビタミン B1 (mg/1000kcal)	0.35±0.07	0.35±0.08
ビタミン B2 (mg/1000kcal)	0.57±0.19	0.64±0.17
ビタミン C (mg)	99.0±67.9	67.4±51.2
カルシウム (mg)	532±302	436±184
鉄分 (mg)	6.6±3.2	4.8±2.3

各値を平均値±標準偏差で示した。エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物の体重当りは、それぞれの値を体重 (kg) で除した値を報告する。

表 11 2009 年海浜実習 学生の参加前 1 ヶ月間の食事摂取状況 (平均値±標準偏差)

項目	男子 (n=62)	女子 (n=45)
エネルギー (kcal)	2255±782	1319±500
エネルギー(体重当たり) (kcal/kg)	34.3±12.7	23.7±8.9
たんぱく質(体重当たり) (g/kg)	1.01±0.39	0.75±0.32
脂質(体重当たり) (g/kg)	0.91±0.34	0.73±0.32
炭水化物(体重当たり) (g/kg)	5.26±2.04	3.49±1.43
ビタミン A (μ gRE)	450±236	340±271
ビタミン B1 (mg/1000kcal)	0.33±0.08	0.33±0.07
ビタミン B2 (mg/1000kcal)	0.50±0.13	0.64±0.18
ビタミン C (mg)	91.5±50.6	48.4±35.1
カルシウム (mg)	494±223	416±196
鉄分 (mg)	6.8±2.5	4.1±2.2

各値を平均値±標準偏差で示した。エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物の体重当たりは、それぞれの値を体重 (kg) で除した。

表 12 スノーケル実験 4 名の体格特徴

	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)	BMI(kg/m ²)
男子 (n=1)	63	165	75.1	24.3	27.6
女子 (n=3)	62.3±5.1	154.9±5.0	50.5±4.3	30.5±4.5	21.1±2.0

表 13 水泳部 8 名の体格特徴

	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)	BMI(kg/m ²)
男子 (n=4)	19.5±1.3	177.3±5.1	70.8±4.6	10.8±1.9	22.6±2.0
女子 (n=4)	20.5±1.3	164.2±8.5	59.4±6.6	22.8±7.7	22.0±2.1

あなたの食習慣についておたずねします

最近1か月間の食習慣について、お答え下さい

たくさん質問がありますが、あまり考え込まずに、第一印象でお答えくださいね。

質問の内容が難しい場合には、あなたの家庭で食事の準備をおもにしているひとといっしょに考えながら、答えてください。

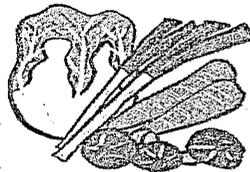
すべての質問にお答えいただいた場合には、あなたご自身の健康維持・増進に役立てていただけるように、簡単な結果【あなたの食事・栄養の特徴】を後日お返しいたします。



お答えいただいた内容は、食べ物と健康との関連を明らかにし、だれもが健康な生活を送れるようにするための貴重な資料として活用させていただきます。その場合、結果はたくさんのひとたちの平均値などの数値として公表されます。あなた個人がわかるような形で公表されることは絶対にありません。

【記入の仕方】

- ・太い黒の鉛筆でご記入ください。
- ・この用紙は機械で読み取ります。文字は枠線にかからないように丁寧に記入ください。



担当者記入欄・ID1は必ずご記入ください。
IDは、「左詰めでも右詰めでも可」

数字の記入例

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Vの記入例

- ・枠線の中にある3点を結んでください。
- ・まわりの枠線に線がふれないようにご記入ください。

良い例 悪い例

ID1	<input type="text"/>								
ID2	<input type="text"/>								
ID3	<input type="text"/>								

必ずご記入ください。

性別(Vを記入)		生年月日(年号はVを記入)								
男性	女性	大正	昭和	平成	<input type="text"/>	年	<input type="text"/>	月	<input type="text"/>	日
<input type="checkbox"/>										
今日(この質問に答える日)の日付					身長			体重		
平成	<input type="text"/>	年	<input type="text"/>	月	<input type="text"/>	日	<input type="text"/>	cm	<input type="text"/>	Kg

あなたは、この1か月のあいだ、以下の食べ物をどのくらいの頻度で食べていましたか？
もっともあてはまる回答をひとつ選んで、V を記入してください。

枠線の中にある
3点を結んで
ください。

良い例



悪い例



コップ1杯くらいの牛乳・ヨーグルト1人前		鶏肉 (挽き肉を含む)	豚肉・牛肉 (挽き肉を含む)	ハム・ソーセージ・ ベーコン	レバー
低脂肪	普通・高脂肪				
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上					
<input type="checkbox"/> 毎日1回					
<input type="checkbox"/> 週4~6回					
<input type="checkbox"/> 週2~3回					
<input type="checkbox"/> 週1回					
<input type="checkbox"/> 週1回未満					
<input type="checkbox"/> 飲まなかった	<input type="checkbox"/> 飲まなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった

いか・たこ・ えび・貝	骨ごと食べる魚	ツナ缶 (まぐろの油漬け)	魚の干物・ 塩蔵魚 (塩さば・塩鮭・ あじの干物など)	脂が乗った魚 (いわし・さば・ さんま・ぶり・ にしん・うなぎ・ まぐろトロなど)	脂が少なめの魚 (さけ・ます・ 白身の魚・淡水魚・ かつおなど)	たまご (鶏の卵1個程度)
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上
<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回
<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満
<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった

とうふ・厚揚げ	納豆	いも (すべての種類)	漬け物		生(サラダ) レタス・ キャベツ千切りなど (トマトは除く)	トマト・ トマトケチャップ・ トマト煮込み・ トマトシチュー
			緑の濃い 葉野菜	その他すべて (梅干は除く)		
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上					
<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回					
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回					
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回					
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回					
<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満					
<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった					

料理に使った野菜(漬け物・サラダ以外)						
緑の濃い葉野菜 (ブロッコリーを 含む)	キャベツ・白菜	にんじん・ かぼちゃ	だいこん・かぶ	その他の根菜すべて (たまねぎ・ごぼう・ れんこんなど)	きのこ (すべての種類)	海草 (すべての種類) (だし用は除く)
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上				
<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回				
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回				
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回				
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回				
<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満				
<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった				

お菓子・おやつ				果物		
洋菓子・クッキー・ビスケット	和菓子	せんべい・もち・お好み焼きなど	アイスクリーム	みかんなどの柑橘(かんきつ)類	かき・いちご・キウイ	その他のすべての果物
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上						
<input type="checkbox"/> 毎日1回						
<input type="checkbox"/> 週4~6回						
<input type="checkbox"/> 週2~3回						
<input type="checkbox"/> 週1回						
<input type="checkbox"/> 週1回未満						
<input type="checkbox"/> 食べなかった						

マヨネーズ・ドレッシング	パン (おかずパン・菓子パンも含む)	麺類				飲み物	
		そば	うどん・ひやむぎ・そうめん	らーめん・インスタントらーめん	スパゲッティ・マカロニなど	緑茶	
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日4杯以上	<input type="checkbox"/> 毎日2~3杯					
<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1杯	<input type="checkbox"/> 毎日1杯					
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6杯	<input type="checkbox"/> 週4~6杯					
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3杯	<input type="checkbox"/> 週2~3杯					
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1杯	<input type="checkbox"/> 週1杯					
<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1杯未満	<input type="checkbox"/> 週1杯未満					
<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 飲まなかった	<input type="checkbox"/> 飲まなかった					

飲み物				「主食のある朝ごはん」を食べた頻度	「平均的な1日」に食べたごはん	みそ汁
紅茶・ウーロン茶(中国茶)	コーヒー	コーラ・ジュース(スポーツドリンクも含む)	100%果物ジュース 100%野菜ジュース		ごはん	みそ汁
<input type="checkbox"/> 毎日4杯以上	<input type="checkbox"/> 毎日4杯以上	<input type="checkbox"/> 毎日4杯以上	<input type="checkbox"/> 毎日4杯以上	<input type="checkbox"/> 毎朝	<input type="checkbox"/> 8杯以上	<input type="checkbox"/> 8杯以上
<input type="checkbox"/> 毎日2~3杯	<input type="checkbox"/> 毎日2~3杯	<input type="checkbox"/> 毎日2~3杯	<input type="checkbox"/> 毎日2~3杯	<input type="checkbox"/> 週に6回	<input type="checkbox"/> 6~7杯	<input type="checkbox"/> 6~7杯
<input type="checkbox"/> 毎日1杯	<input type="checkbox"/> 毎日1杯	<input type="checkbox"/> 毎日1杯	<input type="checkbox"/> 毎日1杯	<input type="checkbox"/> 週に5回	<input type="checkbox"/> 5杯	<input type="checkbox"/> 5杯
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週に4回	<input type="checkbox"/> 4杯	<input type="checkbox"/> 4杯
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週に3回	<input type="checkbox"/> 3杯	<input type="checkbox"/> 3杯
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週に2回	<input type="checkbox"/> 2杯	<input type="checkbox"/> 2杯
<input type="checkbox"/> 週1杯未満	<input type="checkbox"/> 週1杯未満	<input type="checkbox"/> 週1杯未満	<input type="checkbox"/> 週1杯未満	<input type="checkbox"/> 週に1回	<input type="checkbox"/> 1杯	<input type="checkbox"/> 1杯
<input type="checkbox"/> 飲まなかった	<input type="checkbox"/> 飲まなかった	<input type="checkbox"/> 飲まなかった	<input type="checkbox"/> 飲まなかった	<input type="checkbox"/> 週に1回未満	<input type="checkbox"/> 1杯未満	<input type="checkbox"/> 1杯未満
				<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった

コーヒー・紅茶には砂糖を入れますか いつも ときどき いいえ

お酒(薬用酒は含めません)						玄米・胚芽米を食べたり、ごはんや雑穀を混ぜて食べることはありますか?						
頻度	1日に飲んだ典型的なお酒の種類の組み合わせとその量											
	日本酒	ビール(大瓶で)	焼酎・酎ハイ・泡盛(焼酎・泡盛水割りで)	ウイスキー類(ダブルで)	ワイン(ワイングラスで)							
<input type="checkbox"/> 毎日						<input type="checkbox"/> いつも						
<input type="checkbox"/> 週に6回							<input type="checkbox"/> ときどき					
<input type="checkbox"/> 週に5回	<input type="checkbox"/> 4合以上	<input type="checkbox"/> 4本以上	<input type="checkbox"/> 4杯以上	<input type="checkbox"/> 4杯以上	<input type="checkbox"/> 4杯以上			<input type="checkbox"/> まれに				
<input type="checkbox"/> 週に4回	<input type="checkbox"/> 3合	<input type="checkbox"/> 3本	<input type="checkbox"/> 3杯	<input type="checkbox"/> 3杯	<input type="checkbox"/> 3杯				<input type="checkbox"/> いいえ			
<input type="checkbox"/> 週に3回	<input type="checkbox"/> 2合	<input type="checkbox"/> 2本	<input type="checkbox"/> 2杯	<input type="checkbox"/> 2杯	<input type="checkbox"/> 2杯					<input type="checkbox"/> いいえ		
<input type="checkbox"/> 週に2回	<input type="checkbox"/> 1合	<input type="checkbox"/> 1本	<input type="checkbox"/> 1杯	<input type="checkbox"/> 1杯	<input type="checkbox"/> 1杯						<input type="checkbox"/> いいえ	
<input type="checkbox"/> 週に1回	<input type="checkbox"/> 0.5合	<input type="checkbox"/> 0.5本	<input type="checkbox"/> 0.5杯	<input type="checkbox"/> 0.5杯	<input type="checkbox"/> 0.5杯							<input type="checkbox"/> いいえ
<input type="checkbox"/> 週に1回未満	<input type="checkbox"/> 0.5合未満	<input type="checkbox"/> 0.5本未満	<input type="checkbox"/> 0.5杯未満	<input type="checkbox"/> 0.5杯未満	<input type="checkbox"/> 0.5杯未満							
<input type="checkbox"/> 飲まなかった	<input type="checkbox"/> いいえ											

次のページにもお答えください。

「飲まなかった」場合には、お酒の種類別の質問に答える必要はありません。

あなたは、この1か月のあいだ、以下の食べ物をどのくらいの頻度で食べていましたか？もっともあてはまる回答をひとつ選んで、V を記入してください。

肉を使った料理(ハム・ソーセージなどの肉加工品も含む)

焼肉・ステーキ・グリル	ハンバーグ・カレー・ミートソースなど洋風の料理	揚げ物・てんぷら〔定食一人前程度の量〕	炒め物	和風の煮物・鍋物・どんぶり物・汁物・みそ汁
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上				
<input type="checkbox"/> 毎日1回				
<input type="checkbox"/> 週4~6回				
<input type="checkbox"/> 週2~3回				
<input type="checkbox"/> 週1回				
<input type="checkbox"/> 週1回未満				
<input type="checkbox"/> 食べなかった				

もっともあてはまる回答をひとつ選んで、V を記入してください。

お肉(牛肉や豚肉)の脂身は

好んで食べていた

やや好んで食べていた

好きでも嫌いでもない

あまり食べなかった

ほとんど食べなかった

魚を使った料理(いか・たこ・えび・貝も含む)

さしみ・すし〔定食一人前程度の量〕	焼き魚	煮魚・鍋物・汁物・みそ汁	てんぷら・揚げ魚〔定食一人前程度の量〕
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上
<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回
<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満
<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった

麺類のスープ・汁を飲む量は	家庭での味付けは外食と比べて
<input type="checkbox"/> ほとんど全部	<input type="checkbox"/> 薄口
<input type="checkbox"/> 8割くらい	<input type="checkbox"/> 少し薄口
<input type="checkbox"/> 4~6割	<input type="checkbox"/> 同じくらい
<input type="checkbox"/> 2割くらい	<input type="checkbox"/> 少し濃い口
<input type="checkbox"/> ほとんど飲まなかった	<input type="checkbox"/> 濃い口

食事のときに使うしょうゆ・ソース		外食の定食1人前と、自分が普段食べている量を比べると		食べる速さは
頻度は	量は	おかずの量は	ごはんの量は	
<input type="checkbox"/> 必ず使う	<input type="checkbox"/> かなり多め	<input type="checkbox"/> 家のほうがかなり多い	<input type="checkbox"/> 家のほうがかなり多い	<input type="checkbox"/> かなり速い
<input type="checkbox"/> よく使う	<input type="checkbox"/> やや多め	<input type="checkbox"/> 家のほうが少し多い	<input type="checkbox"/> 家のほうが少し多い	<input type="checkbox"/> やや速い
<input type="checkbox"/> ときどき使う	<input type="checkbox"/> ふつう	<input type="checkbox"/> ほぼ同じくらい	<input type="checkbox"/> ほぼ同じくらい	<input type="checkbox"/> ふつう
<input type="checkbox"/> ほとんど使わない	<input type="checkbox"/> やや少なめ	<input type="checkbox"/> 外食のほうが少し多い	<input type="checkbox"/> 外食のほうが少し多い	<input type="checkbox"/> やや遅い
<input type="checkbox"/> まったく使わない	<input type="checkbox"/> かなり少なめ	<input type="checkbox"/> 外食のほうがかなり多い	<input type="checkbox"/> 外食のほうがかなり多い	<input type="checkbox"/> かなり遅い

季節によって食べ方が大きちがう食べ物

この1年間でもっともよく食べた季節を思い出して、その頃の食べ方についてお答えください。

みかんなどの柑橘(かんきつ)類	かき(柿)	いちご
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上
<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回
<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満
<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった

最後にお答えください。

もっともあてはまる回答をひとつ選んで、V を記入してください。

この1か月に栄養補助食品を使いましたか	最近、食事習慣を意図的に変えましたか	現在、医師、栄養士、その他専門家の指導のもとで、食事のコントロールをしていますか	この質問票におもに答えたひとは
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> 本人
<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 3年以上前	<input type="checkbox"/> いいえ	<input type="checkbox"/> 妻
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 1~2年前		<input type="checkbox"/> 娘
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 1年前以内		<input type="checkbox"/> その他
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> いいえ		
<input type="checkbox"/> 週1回未満			
<input type="checkbox"/> 使わなかった			

これで終わりです。ありがとうございました。