

## 夏季学校生活における小学生の水分補給量について

田中英登<sup>1</sup>、黄千<sup>1</sup>、陳静<sup>1</sup>、清井隼人<sup>1</sup>、陳昭彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学教育学研究科、<sup>2</sup>台湾高雄医科大学

The study of water intake during school activity in elementary school children in summer  
for the heat stroke prevention.

HIDETO Tanaka, CHIEN Huang, SEI Chin, HAYATO Kiyoi and CHAO-Yen Chen

キーワード：熱中症予防、水分摂取、水温、学校生活

Key Words: Heat Stroke Prevention, Water Intake, Water Temperature, School-Life

<Abstract>

Occurrence of heat disorder is increasing in recent years. As prevention of the heat disorder, inhibition of hyperthermia and hydration are important. Research study during sport activity about the water intake for prevention of the heat disorder, is being performed much up to now, but almost no investigation about water intake of the children in elementary school life is found. In this study, we investigated about water intake during elementary school activity in children. We investigated in five city's elementary schools, Tokyo, Nagoya, Kyoto, Miyakonojo and Kaohsiung Taiwan. We also investigated effect of the water temperature, one is cold water and another is normal temperature. The water intake volume depended on the activity volume. The water intake volume was 2~3g/ml/kg in Japan, on the other hand, in Kaohsiung Taiwan, it was 4~5g/ml/kg. The child who doesn't have less than 1.5g/ml/kg of much water intake extremely was seen several % and a possibility of the dehydration was suggested. The difference in the amount of drinking by the water temperature wasn't admitted, but it was indicated that Japanese children liked cold water, and Taiwanese children liked room temperature water. It's more necessary in the future to investigate.

<緒言>

1980年代半ば以降、児童・生徒の熱中症死亡者数の増加傾向が示されている。この熱中症発症数が増加した要因として、①WHOの主死亡因子の基準が変更したことによる影響、②地球温暖化及びヒートアイランド現象による気温の上昇、③生活習慣の変化による影響、などが指摘されている<sup>(1)</sup>。

それまで、日本においては「熱中症」という障害はあまり一般的ではなく、熱中症の一分類である「日射病」が広く知られていた。日射病は、あくまで屋外で強い日射にあたり、脳温の上昇により発症する障害であるが、熱中症は暑熱環境で起こる障害の総称とされ、日射病も含め、その他高体温、発汗による脱水・脱塩、一過性血圧低下が起こることにより発症する。

この児童・生徒の熱中症発症の多くは、課外活動などのスポーツ活動や運動会・体育祭、スポーツ競技会、遠足などの屋外での学校行事で多く発症しており、これを受けて1994年に日本体育協会では熱中症予防プロジェクト班を設置し、スポーツ活動時の熱中症予防運動指針などを作成した。ここでは、予防指針8か条として、「知って防ごう熱中症」「暑いとき、無理な運動は事故のもと」「急な暑さは要注意」「失った水と塩分を取り戻そう」「体重で知ろう健康と汗の量」「薄着ルックでさわやかに」「体調不良は事故のもと」「あわてるな、されど急ごう救急処置」を出している<sup>(2)</sup>。

日本国内では、古くは「運動時に水を飲まない」という非科学的な迷信が存在していた。この原因は、戦時中の軍の遠征時の水の節約習慣であったり、養生訓より節制することの美徳感などが複雑に影響し、水を飲まない習慣が確立されたものと考えられる<sup>(3)</sup>。高温環境下で体熱を放散する唯一の自律性熱放散手段は発汗である。スポーツ時や屋外活動時には行動性の熱放散手段は限られるため、発汗は非常に重要である。一方、発汗は体熱を体外に放出するが、それとともに体内の生命維持主要成分である水やNaも体外に放出することになり、もし発汗状態をそのまま放置していれば、脱水や脱塩となり、様々な生理的機能障害を引き起こすこととなる。脱水に関しては、一般的に体重当たりの水分損失比で表し、2%以上の脱水で心拍数の上昇、体温上昇、唾液量の減少、などが生じる<sup>(4)</sup>。よって、過去の「運動時には水を飲まない」という時代には、脱水が起こりやすかったことは間違いない。しかし、当時それほど問題にならなかつたのは、前述したように夏季の気温が現代ほど高温化していなかつたことが大きく影響しているものと考えられる。今日では、日本体育協会（現日本スポーツ協会）の熱中症予防普及活動などの影響もあり、熱中症の予防に水分補給の必要性は広く知られるようになり、暑いときやスポーツ時には水分の補給を行うことは当たり前の状況となっている。

1990年代には、前述した日本体育協会の熱中症予防プロジェクト研究班などの全国調査などにより、幼児、小学生から高校生までの夏季のスポーツ活動の調査が行われた。その中でも、スポーツ活動時の水分補給に関する調査は多く行われている。<sup>(5~7)</sup>。一方、近年の高温化は、いわゆる課外活動や地域スポーツ活動時だけでなく、一般の生活においても夏季の水分摂取の意識を高めることは重要であり、特に教育的な観点からも学校生活における水分の補給について理解させるためにも、実際に子供たちはどの程度学校生活において水分補給を行っているのかを知ることは、今後の熱中症予防教育を考えるうえで重要な情報と考える。しかしながら、スポーツ活動時の水分補給の調査研究のように、学校生活における水分補給に関する研究はほとんどないのが現状である。

本研究では、夏季の学校生活において、児童はどの程度の水分の摂取を行っているのかを明らかにすることを目的として本調査研究を行った。本研究では、地域差なども考慮し、全国4地域及び亜熱帯地域に属する台湾高雄市の小学校の調査を実施した。さらに、スポーツ活動時の補給水分の水温として、5~15°Cが推奨されている<sup>(8~10)</sup>。そこで、補給水温の影響もみるため、推奨水温（5~15°C）である冷水摂取時と水道常温水摂取時の違いについても検討を行った。

<方法>

調査は2017年及び2018年9月に実施した。調査対象小学校は、東京都新宿区、愛知県名古屋市、京都府京都市及び宮崎県都城市の公立小学校各1校及び台湾高雄市内公立小学校1校で実施した。調査に先立ち、各学校に対して文章で調査協力の依頼を行い、協力可能との回答を得た学校に対して、実際に口頭で学校責任者に対して説明を行い、実施した。なお、保護者に対しても、文章で調査についての説明を行い、協力不可の保護者の児童については対象とせず、調査しない児童にとっても何らかの不利益が生じないように配慮した。

調査は、各学校4年生～6年生を対象とした。調査日数は連続した2日間であった。調査日初日の朝、当日補給する水分をサーモス社製保冷ボトル(1リットル)に入れ、各調査児童人数分準備した。補給水は事前に購入したミネラルウォーターとし、補給水温の影響を見るため、1グループは常温水(20～28℃)、他方は水道水又はミネラルウォーターに氷を入れた冷水(5～15℃)とした。また、水分摂取量の測定を行うため、各児童に配布する前に補給水が入れられたボトル重量をg単位で測定、記入した。重量測定は1コマの授業及び休憩時間終了毎にボトル残量の確認を行い、重量が500ml以下となった場合には、同じ水温の水分を補充し、再度重量計測、記録を行った。最終的に、この重量計測値より、1日の水分摂取量を算出した。なお、国内小学校においては、すべての調査小学校において給食時に牛乳200mlが配布されていたため、この200mlは水分摂取量として換算した。調査日2日目は、各グループの摂取水温を入替えて調査を行った。

水分摂取量とともに学校生活における活動量の測定を行うため、活動量計(オムロン社製HJA750C)を朝の挨拶時に配布し、装着させた。この活動量計により、1時間毎の歩数、活動強度を測定することができ、調査終了後にPCにて活動量の解析を行った。

その他の測定項目として、当日の環境条件の測定を簡易計測型WBGT計を用いて行い、気温(℃)、WBGT(℃)及び相対湿度(%)を1時間毎に測定した。

実験2日目(最終日)の授業終了後に、普段の水分摂取状況や今回の摂取水温の嗜好性についてのアンケートに回答をもらった。

データ処理は、マイクロソフト社エクセルソフトで分散分析及びt検定を行い、 $p < 0.05$ を有意差とみなした。

## <結果>

調査の概要(調査対象学年・調査日環境条件・摂取水温及び体育授業の有無)を表1に示す。協力していただいた調査対象クラスの人数には若干のばらつきがあり、調査人数は新宿区Y小(男子27人、女子27人)、名古屋市D小(男子29人、女子30人)、京都市M小(男子18人、女子19人)、都城市M小(男子12人、女子17人)であり、国内全体としては(男子86人、女子93人、計179人)であった。また、台湾高雄市では、男子23人、女子19人であった。調査当日の環境条件については、調査日が事前の打合せ時に予定された日であったため、様々であった。調査日当日の調査時間帯内の平均気温、相対湿度及びWBGTは表の様であった。また、当日補給させた水温は、冷水については氷で水温を調節したため、ほぼ10℃前後であったが、常温水については24～30℃と少し幅があった。さらに、当日の授業スケジュールも既存の学校スケジュールのままであったため、特に水分摂取に影響すると考えられる体育授業の有無が存在した。

表1 各地域調査校における調査時環境条件、摂取水温及び体育授業の有無

調査小学校	学年	天候	気温℃	湿度%	WBGT℃	水温℃	体育授業の有無
東京新宿区 Y 小学校	5 年生	はれ	28.5	52%	23	7	なし
						25	なし
		はれ	28.0	50%	24	25	有り
						9	有り
名古屋市 A 小学校	6 年生	小雨の ち曇り	27.1	65%	25	10	なし
						24	なし
		曇り	28.7	58%	26	28	有り
						10	有り
京都市 K 小学校	5 年生	はれ	26.1	56%	23	7	なし
						25	なし
		曇り	26.8	57%	24	25	有り
						11	有り
都城市 M 小学校	4 年生	雨	24.8	65%	23	10	有り
						25	有り
		雨	25.8	70%	25	24	有り
						10	有り
台湾高雄市 小学校	4 年生	はれ	29.9	75%	29	12	なし
						30	有り
		はれ	30.5	71%	29	30	なし
						12	有り

各地域の水分補給量（冷水・常温水及び男女差）は図1に示すようであった。図1では時間当たりの摂取量（黒 bar）とさらに歩数 10000 歩当たりの摂取量（白 bar）を示した。なお、新宿区 Y 小学校の調査では、調査対象者の活動量の計測が活動量計不具合のため出来なかった対象者が多数いたため、本データとしては取扱わないこととした。

学校活動における単純平均水分摂取量（白 bar）は、1 時間当たり 2～3 g/kg 体重の範囲を国内各地域では示したが、台湾高雄市内の調査では 4～5 g/kg 体重であった。補給水温による影響については、名古屋の調査において男子では常温水時に、女子では反対に冷水時に多く水分を摂取する傾向が示された。また、台湾高雄市内小学校の調査では、男女とも常温水の摂取時に水分を多くとる傾向が示された。性差については、名古屋市 D 小及び京都市 M 小の調査で差が認められ、名古屋市 D 小では常温水摂取時に男子 > 女子であり、京都市 M 小調査では冷水、常温水摂取時とも男子 < 女子の傾向が示された。

調査後のアンケート回答により得られた補給水温の嗜好性については、図2に示した結果とな

った。冷水が好きと回答した割合は、国内では 35～55%と常温水を好む割合を大きく上回った。また、性差についても、地域間の大きな差は認められなかった。一方、台湾高雄市の児童においては、男女とも常温水を好む割合が日本の児童よりも高い傾向が示された。

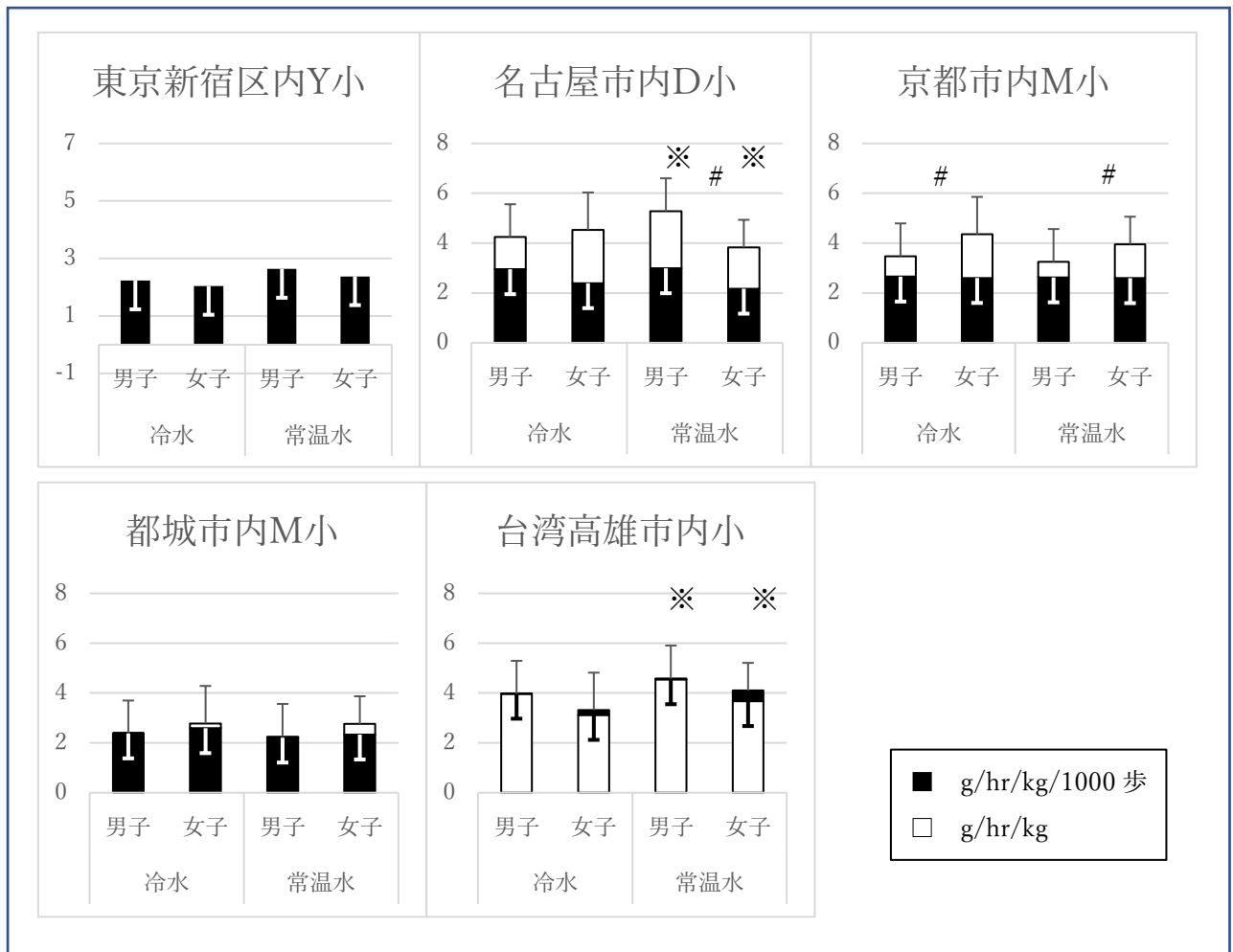


図1 各調査小学校における水分摂取量 (\* p < 0.05 摂取水温差、# p < 0.05 男女差)

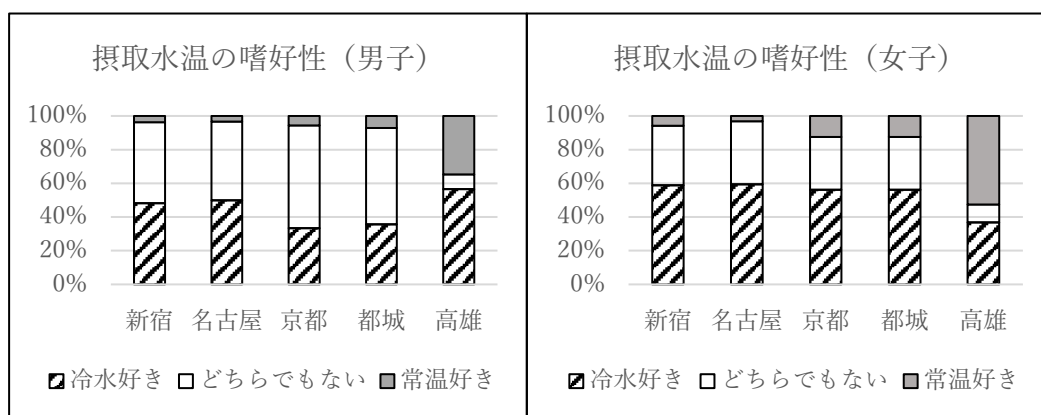


図2 各小学校における摂取水温の嗜好性について

図3に国内及び台湾高雄市の児童の活動量と水分摂取量との関係について示した。国内については、男女ともどのような水温を摂取しても活動量に比例して水分摂取量は増加する正の相関を示した。一方、台湾高雄市の結果では、基本国内同様に活動量に比例する傾向は認められたが、女子の冷水摂取時においてのみ活動量との関係が認められなかった。また図4では、図3で示されている水分摂取量で基本的に摂取量が少ない児童の割合を示した。少量水分摂取者として1時間当たりの摂取量が体重当たり1g未滿者及び1.5g未滿者を示している。この図4より、日本国内の児童では、体重当たり1g/hr/kg未滿の児童は、男子で2～9%、女子では6～9%、1.5g/hr/kg未滿の児童は、男子で12～15%、女子では17～28%であった。男子よりも女子において摂取量が少ない児童が多い傾向を示している。また、特に女子においては、常温水摂取時に飲まない児童が増加していた。一方、台湾高雄市の児童においては、摂取温度による影響が見られ、冷水摂取時において少量摂取者が増加する傾向が認められた。体育授業の有無による活動量および水分摂取量への影響については、国内及び台湾においても明らかであり、今回すべての調査クラスで体育授業のあった都城M小以外の3地域小学校のデータから、体育授業（有）の日の平均活動量は $844 \pm 184$  歩/hr、水分摂取量は $2.88 \pm 1.32$ g/hr/kg、一方体育授業（無）の日の平均活動量は $551 \pm 189$  歩/hr、水分摂取量は $2.18 \pm 1.09$ g/hr/kgで、ともに有意な差が示された。図5に都城市M小以外の国内3地域小学校の体育授業の有無による平均活動量、水分摂取量を示した。男女とも水分摂取温度とは関係なく、体育授業時に活動量が多くなり、水分摂取量も多くなることが示された。

#### <考察>

本研究は夏季の学校生活における児童の水分摂取の現状を把握することにより、今後の児童・生徒の熱中症予防教育の基礎データを得ることを目指して実施した。調査地域は、東京都、名古屋市、京都市、都城市であり、また従来から亜熱帯地域で熱中症に対する予防が進んでいると考えられる台湾高雄市の調査も実施し、水分摂取に関してどのような違いがあるのかを比較した。さらに、アメリカスポーツ医学会や日本スポーツ協会においてスポーツ活動時の水分摂取の推奨水温とされている5～15℃の摂取<sup>(8,9)</sup>が、スポーツ活動ではない一般学校生活においては推奨されるべきなのか否かを検討するため、5～15℃の冷水摂取と20℃以上の常温摂取の違いについての調査も行った。

スポーツ活動時には、筋収縮エネルギー産生のために総エネルギー代謝量は安静時の数倍にも増加するが、総エネルギー生産量の20%程度しか筋収縮エネルギーに利用できず、残りのエネルギーのほとんどは体熱に変換されてしまうため、体温の上昇が生じる。例えば、体重50kgの人間がやや激しい運動をたった1時間行っただけでも、体温を約8℃も上昇させる熱量が発生する。よって、運動時にはこの過剰に生産された熱を放散することが必要となり、そのため皮膚血管の拡張反応や発汗反応を起こす。また、気温が30℃以上となる夏季には、皮膚血管拡張だけの熱放散はほとんど有効ではなくなるため、発汗が唯一の自律性熱放散手段となる。このように発汗は高温環境においては重要な調節反応であるが、体熱以外にも体の水分やNaなどのからだの生命維持に重要な成分も放出されることになるため、水分摂取は生命維持の上で重要である。

スポーツ活動時の発汗量は、気温などの温熱環境条件や運動強度に依存することが知られている。環境条件に関しては、気温28℃以上になると熱放散ルートは皮膚血管拡張による熱放散から発汗依存性に傾く。相対湿度が50%以上となると発汗した皮膚上の汗の蒸発量が湿度上昇とともに低下する

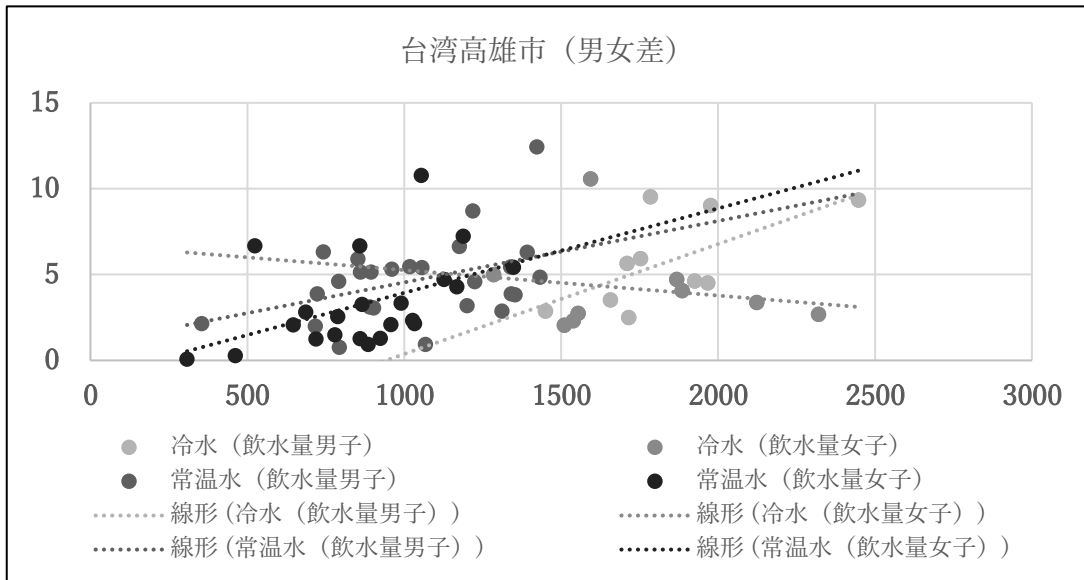
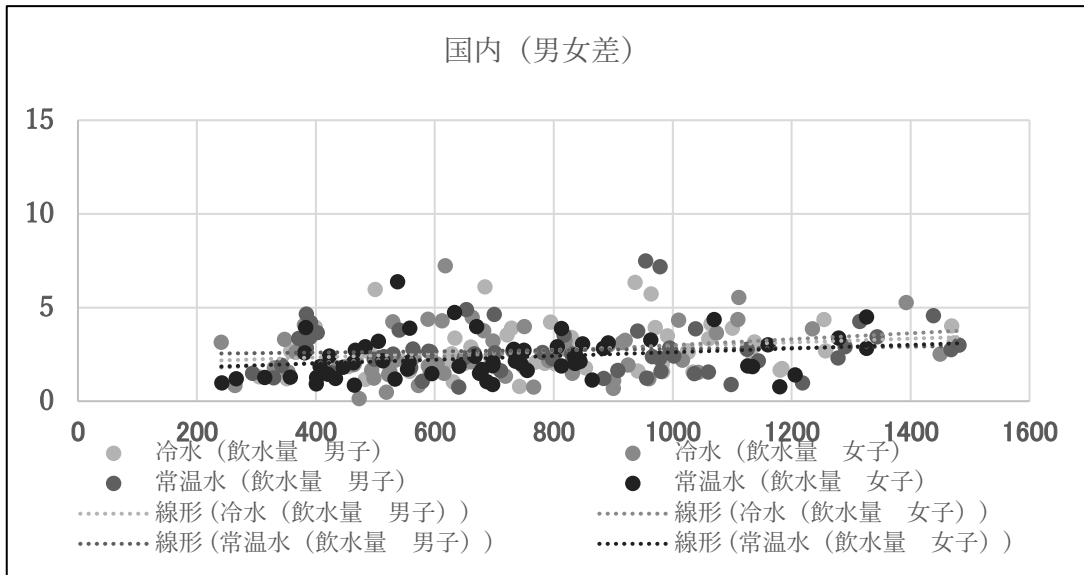


図3 活動量(歩数)と水分摂取量(g/hr/kg)の関係

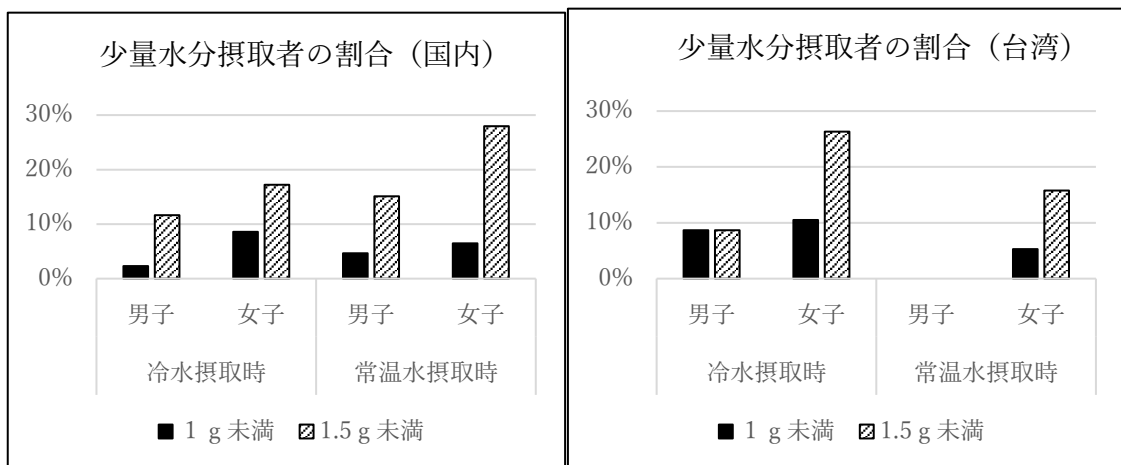


図4 少量水分摂取量の割合

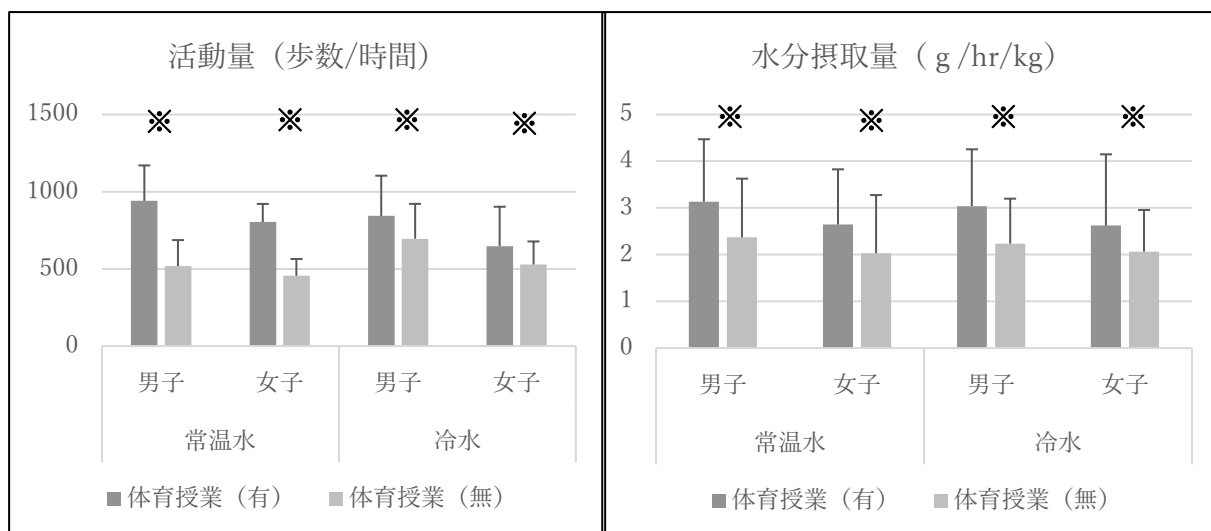


図5 体育授業有無による1日の平均活動量と水分摂取量

ため、より発汗量が増加することにつながる。運動強度に関しては、運動強度に比例して体熱産生量も増加するため、より多量の発汗が必要となる。また、生活習慣などによる個人差も大きいことも知られており、日常の運動習慣や冷房使用習慣が発汗機能に大きな影響を及ぼす<sup>(11)</sup>。日本体育協会熱中症予防プロジェクト研究班により、ジュニア期のスポーツ活動時の調査が行われ、小学生（地域スポーツクラブ活動）、高校生及び大学生（運動部活動）のスポーツ活動時の発汗量及び飲水量について報告している<sup>(5~7)</sup>。これらの報告をまとめると、スポーツ活動中の発汗量は環境温度（WBGT：暑さ指数）に依存し、体重当たりの発汗量は小学生<高校生<大学生であり、特に小学生においては、WBGT25℃（気温約28℃）で8.4g/hr/kg、WBGT28℃（同31℃）で9.8g/hr/kgであった。この発汗量に対して同等量の水分を補給することが、脱水による熱中症予防のために必要であるが、脱水率（体重当たりの水分減少率）が2%以上になると、心拍数や体温の上昇を招き、熱中症症状を引き起こすことが知られている。そのため、日体協の研究報告によればスポーツ種目による差は存在するものの、子供たちに対してスポーツ指導者が水分補給の重要性の教育を行っていれば、小学生、高校生及び大学生においては脱水率の平均は2%以下であり、ほぼ発汗量分の水分を摂取していることが示されている。ただし、個々の脱水率をみると、小学生においても4%以上の脱水率を示す児童もいることから、現場での個人に対する水分摂取指導もさらに必要であるとしている<sup>(7)</sup>。

活動量と水分補給の関係をみると、正の相関が得られた。また、体育授業の有無と1日の平均活動量は当然ながら増加し、体育授業時のある日は明らかに水分摂取量が多くなることが示された。今回の調査日の気温が最低でも25℃以上あったため、運動を行うことによる発汗が生じていると考えられ、運動時には水分を摂取するという意識がそれなりにはあることが窺える。しかし、学校生活における平均水分摂取量は、国内では2~3g/hr/kg、台湾では4~5g/hr/kgであった。活動量については、歩数値データより、少年スポーツクラブ活動時の40%程度と考えられる。また、今回の調査日の環境は国内調査ではWBGT23~26℃（気温25~29℃）であり、この環境条件下での前述した少年スポーツ活動時の予測発汗量と比較すると、国内では約3.4g/hr/kgとなり、摂取量<発汗量となり、脱水が進行している児童が多いのではと想像できる。

平均水分摂取量からは前述したように、熱中症障害が生じるような脱水には至っていないことが



示唆されたが、一方、個々の水分摂取状況から全体の数%は十分な水分補給が行われていないことが示唆された。1日の摂取量が1g/hr/kg未満の水分摂取者率は男女とも最大9%の割合を示し、また、体重1.5g/hr/kg未満の摂取者の割合は、男子では最大15%、女子では28%もいた。1g/hr/kg未満の摂取とは、体重40kgと想定した場合、1時間の摂取量が40ml未満であり、1.5g/hr/kgは60ml未満を示す。特に汗をかいていなくても、人では常に皮膚や呼吸気道から水分が蒸発しているため、水分をその分補給することは健康維持のために必要である。児童の1日当たりの必要水分量は体重に依存するが、70~90ml/kg/日とされ<sup>(12)</sup>、40kgの体重であれば1日約2800mlの水分が必要ということになる。水分は、飲水だけでなく、食物に含まれる水分と代謝性の水分生成があり、食事により約1200ml、代謝性の水分生成量を300mlと想定すれば、1300mlの水分を1日に飲水することが必要となる。さらに、気温が25°C以上の温熱刺激がある状態であれば、これに発汗量加わるため、最低限1500ml程度は飲水で補うことが必要となる。この値は、時間当たりに換算すると約60ml/hrであり、前述した1.5g/hr/kg未満の少量水分摂取者は学校活動中の水分補給が十分ではないということになるため、今後はこのような少量飲水者に対する指導・教育が必要と思われる。

摂取水温については、スポーツ活動時の摂取水温としてアメリカの医科学学会では、5~15°Cの水温を推奨しており、それを受けて日本体育協会の熱中症予防ガイドブックにおいても同様の温度を推奨している。このスポーツ活動時の摂取推奨摂取水温について、著者らは以前検討を行い、その推奨される理由として一般的にスポーツ活動時に80%以上が飲みやすい温度と感じていることと、低温水摂取による体の冷却効果があることなどが、その理由としている<sup>(13, 14)</sup>。本研究では、このスポーツ活動時の推奨摂取水温が、日常の学校生活では異なるのか否かについて検討を加えた。国内の活動量と飲水量の関係から、冷水摂取時及び常温水摂取時とも活動量に比例してほぼ同様の回帰直線を示す正の相関関係が見られ、また性差もなかった。一方、調査終了後のアンケート回答から得られた摂取水温の嗜好性に関しては、常温水が好きという回答率はどの地域においても10%以下であり、半数以上は冷水を好むと回答している。以上より、スポーツ活動時の調査では、摂取水温により水分摂取量が影響されていたが、学校生活においてはスポーツ活動時のような摂取水温による摂取量への差はほとんど認められないことが明らかとなった。ただし、アンケート回答の自由記述より、体育授業後においては、従来通り多くの児童が冷たいほうが飲みたいと回答していることから、体育授業がある場合には、体冷却による熱中症予防の観点からもある程度冷たい温度の水分を捕球させた方が良く考える。一方、台湾の調査結果は、国内と異なっていた。特に台湾の女子児童においては、冷水摂取時の摂取量が明らかに少なく、アンケート回答においても常温を好む傾向を示していた。これは、台湾では日常における一般生活及びスポーツ活動中の水分として、7割近くが常温水を摂取する習慣があり、あまり冷水を摂取する習慣がないことが示されており<sup>(15)</sup>、この日常の習慣が大きく影響していることが窺える。

今回の調査では国内地域差及び台湾との違いを明らかにすることも目的としたが、今回の調査では、各調査日の気温、天候などが異なり、さらに体育授業の有無などもあつたため、地域差を明確にすることはできなかったため、今後の課題としたい。

本研究の一部は、サーモス(株)との共同研究「小学生児童の夏季学校滞在時の水分補給に関する調査研究—全国地域差の比較など—」(2017年)により行われた。

調査にあたり、各小学校の学校長及びクラス担当の先生には多大なご協力をいただきました。ここに改めて謝意の意を表します。

<参考文献>

1. 田中英登：知って防ごう熱中症、少年写真新聞社（2011）
2. 川原貴ほか：スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック、日本体育協会（1994）
3. 坂本ゆかり：運動時の水分摂取をめぐる史的背景、J.J.Sports Science 2:452-458（1983）
4. 万木良平：高温下での体温調節と水分補給、新体育 50: 534-540（1980）
5. 朝山正巳ら：夏期スポーツ活動中の飲水の塩分濃度と飲水量、発汗量及び体温との関係について、平成9年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告—第1報— 15-22（1997）
6. 田中英登ら：小・中学生における夏期剣道練習時の脱水率実態調査、平成12年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告—第1報— 27-31（2000）
7. 田中英登ら：少年スポーツ活動時における脱水率に及ぼす季節差に関する調査、平成13年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告—第2報— 82-87（2001）
8. Convertino VA ら：American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc., 28:1-7（1996）
9. 川原貴ら：スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック、日本スポーツ協会（2019）
10. 日常生活における熱中症予防指針 ver3、日本生気象学会（2013）
11. 田中英登：熱中症予防のための暑熱順化の意義、発汗学 20: 88-91（2013）
12. 島本英樹ら：小児の体水分の代謝回転、日本生理人類学会誌 9: 23-28（2004）
13. 丹羽健一ら：運動時の体温調節反応に及ぼす水分補給の効果、山形大学紀要（教育科学）9: 97-106（1987）
14. 田中英登ら：熱中症予防のための補給水温に関する研究、横浜国立大学教育人間科学部紀要 IV（自然科学）16: 1-9（2014）
15. 劉文ら：高強度運動後における水分補給について（台湾語）大專體育 133: 46-53（2015）