

200840040A

平成20年度厚生労働科学研究費補助金
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

「水の摂取・利用が健康障害の予防及び 健康増進効果に及ぼす影響について」

平成20年度 総括・分担研究報告書

(H20 - 健危 - 一般 - 007 / 研究代表者 武藤芳照)

平成21 (2009) 年3月

平成 20 年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

「水の摂取・利用が健康障害の予防及び健康増進効果に及ぼす影響について」

(H20 -健危- 一般-007/研究代表者 武藤芳照)

平成 20 年度 総括・分担研究報告書

平成 21 (2009) 年 3 月

目次

I.総括研究報告

水の摂取・利用が健康障害の予防及び健康増進効果に及ぼす影響について	1
武藤芳照	

II.分担研究報告

1. 学校における水道設備の調査研究	5
長岡 裕	
2. 水分の摂取不足に伴う健康障害、事故の実態と予防に関する研究	15
福島（太田）美穂	
（資料）水分不足と運動・スポーツ、熱中症に関する文献調査、資料集	
3. 水中運動と温泉療法におけるランダム化比較試験のシステマティック・レビューの 現状：エビデンスの包括整理と質評価	41
上岡洋晴	
4. 水中運動の効果と運動特性に関する研究	47
高杉紳一郎、岡田真平	

厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

総括研究報告書

水の摂取・利用が健康障害の予防及び健康増進効果に及ぼす影響について

研究代表者 武藤芳照 (東京大学大学院教育学研究科 教授)

研究要旨

水をからだに入れる(水を飲む)ことと、からだを水に入れること(水中運動)の健康づくり及び健康障害への関わりを明らかにし、水を通した適正な健康づくりの方法を普及・確立することを目的に、①水道設備整備に関する調査、②水分不足による運動時の熱中症に関する文献調査、③水中運動の効果に関する文献調査と実験研究を実施した。各研究で得られた科学的治験は、水と健康・安全に関わる厚生労働行政に資するものである。

①研究分担氏名	②所属研究機関名	③所属研究機関における職名
長岡 裕	武蔵工業大学・都市工学	教授
福島(太田)美穂	水と健康スポーツ医学研究所	理事長
高杉紳一郎	九州大学病院リハビリテーション部	講師
上岡洋晴	東京農業大学	准教授
岡田真平	身体教育医学研究所	研究部長

A. 研究目的

ヒトの生命・健康を保持するために水は必須のものであり、その不足は健康障害をきたし、時に生命をも奪う。したがって、国民一人ひとりが、いつでもどこでも安心・安全な水を摂取することができる水道施設が配置されているハード面の整備が必要である。また、生命・健康を保持するために、特に運動・スポーツ(水中運動・水泳を含む)との関連において、水分不足と

それに伴う健康障害、事故をきたさないために、水を飲むことに関する認識を高め、知識を広めるというソフト面の整備も必要である。あわせて、水の特性を活かして、健康増進の安全・有効な手段の一つとして普及している水中運動の適正な運動処方を充実すると共に、水中運動に伴う健康障害・事故を予防するために水の中の運動であっても水分喪失があり、飲水の必要性を啓発することが必要である。本研究は、水

の摂取・利用という観点から、国民の健康づくりに資する実践的な科学的知見と教育・啓発資材を提示することを目的とした。

B. 研究方法

3つの具体的な研究課題について、4つの手法を用いて行った。

【研究1：水道設備に関する調査研究】小学校における給水設備に関する研究として、直結給水工事に伴う水道使用量の変化と給水設備の老朽度の実態調査をA市において行った。

【研究2：水分不足による運動時の熱中症に関する文献調査】水分不足による運動時の熱中症に関する研究として、運動・スポーツと関連して発生した水分不足に伴う熱中症による死亡事故についての文献調査を行った。具体的には「熱中症」「死亡」をキーワードに、新聞記事と判例を検索した。

【研究3A：水中運動の効果に関する文献調査】水中運動の効果に関する研究として、水中運動と温泉療法に関するランダム化比較試験のシステマティック・レビューのレビューを行った。具体的には、「aquatic exercise」「water exercise」「spa」「balneotherapy」「水中運動」「温泉」をキーワードに、科学的文献のデータベースから選択的・網羅的に収集し、エビデンスの整理と論文の質評価を行った。

【研究3B：水中運動の効果に関する実験研究】水中運動の効果に関する研究として、これまで知見がない水中での側方歩行の特性を前方歩行との比較により明らかにする実験を行った。具体的には、健常な若年男性10名を対象に、前方歩行、側方歩行それぞれにおいて、主観的運動強度で3段階に

設定した運動強度での運動中の呼気ガス、血中乳酸、心拍数、血圧等の生体反応と、歩幅や歩調を比較した。

(倫理面への配慮)

研究全体について、東京大学大学院教育学研究科「ヒトを対象とする研究の倫理審査委員会」の承認を得た。研究3（水中運動）については、臨床試験登録（UMIN-CTR No.1506）に登録した。また、研究協力者の同意を得るとともに、個人情報の秘匿性の保持には細心の注意を払った。

C. D. 研究結果・考察

【研究1】A市水道局の協力により得られたデータから、学校給水設備の直結化工事によって、特に捨て水の減少に伴うとみられる春から夏の水使用量の減少が明らかになった。また、A市内小学校に対するヒアリング調査の結果、給水設備、特に給水管の老朽度の実態が明らかになった。これらは、学校における直結給水工事の必要性を裏付ける結果となった。

【研究2】「熱中症」「死亡」に関する新聞記事をのべ1075件、判例を33件収集することができ、見出し及び本文を『水分不足と運動・スポーツ、熱中症に関する文献調査・資料集』としてまとめた。多くの事例の検討から、無知と無理が熱中症による死亡事故発生の背景にあると考えられた。

【研究3A】適格基準に合致したランダム化比較試験（RCT）のシステマティック・レビュー（SR）の論文7編は、主に運動器の疼痛に関するものであった。水中運動は、メタ分析の結果、運動器疾患（変形性関節症、関節リウマチなど）において、小さい

ながらも疼痛の軽減効果があった。一方、温泉入浴だけのエビデンスは不十分であり、効果があるかは現時点では不明である。質評価では、パブリケーションバイアスの評価や除外論文リストの記載が十分でない論文が多いことが明らかになった。

【研究3B】水中歩行において、主観的運動強度が同一だと前方、側方の歩行方向に関わらず、呼気ガス、心拍数、血圧には差が見られなかったが、血中乳酸のみ、前方歩行よりも側方歩行の方が高強度運動時において高くなる傾向が見られた。これは、側方歩行が高強度運動時に局所的な筋疲労を伴う運動様式である可能性が考えられた。側方歩行では、前方歩行に比較して、歩行速度が遅く、歩幅が減少する傾向にあることから、それぞれの運動特性の違いに注意した運動処方必要性が示唆された。

E. 結論

水をからだに入れる（飲水）ことと健康づくり及び健康障害との関係については水道施設設備の状況が影響するであろうと考えられること、並びに飲水の不足によるとみなされる運動・スポーツに伴う熱中症の事故は、無理と無知が背景にあると考えられた。

からだを水に入れること（水中運動）は、運動器疾患のリハビリテーションに効果があることがシステマティック・レビューにより示されたが、水中運動の最も基本となる水中歩行の特性をよく理解した上で実践しなければ、効果も得られないばかりか、逆に痛みか障害をきたすことになる可能性が示唆された。

F. 健康危険情報
該当せず

G. 研究発表
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況
なし

学校における水道施設の調査研究

研究分担者 長岡 裕 武蔵工業大学工学部教授

研究要旨

現在、小学校児童による水道水の直接飲用に関わる環境を向上させる目的で、小学校の直結給水工事を推進している水道事業者が増えている。直結化工事の目的の一つとして、小学校における老朽化した給水設備の更新もあるとされているが、小学校の給水装置の実態について調査した例は少ない。また、直結化工事が水道使用量に対して与える影響についても、不明な点が多い。本研究は、比較的大規模なA市において、小学校の給水設備の実態調査を行うとともに、直結化工事前後の水道使用量のデータをとりまとめ、小学校における直結化工事の必要性和効果について考察を加えたもの。

A市において平成19年度に直結工事を実施した小学校について、月ごとの水道使用量（複数の小学校の平均値）の変化を調べたところ、10月、11月を除いて、直結化によって水道使用量が減少する傾向が示されている。原因について詳細な調査は行っていないが、直結化によって高架水槽に滞留した水道水の捨て水などの必要性がなくなったためではないかと推定された。

A市がまとめている各小学校の給水設備の工事記録に記載されている、各設備の最新の更新工事の年から本年までの年数を各設備の経年数と仮定して計算し、給水設備ごとに経年数の頻度分布を作成した。受水槽は計画的に、老朽化したRC製のものをFRP製に更新しており、高架水槽も計画的な更新がなされている。直結給水配管は、屋外の給水栓および1Fの管理部門への給水用を含んでいるが、比較的更新が進んでいるが、揚水配管や高架水槽から給水栓までの流末給水配管については老朽化が進行していることが示された。

今後は、直結化に伴う児童の水道水への意識の変化について調査していく予定である。

A. 研究目的

現在、日本の水道事業は高度浄水処理による安全な水道水の供給がなされている。しかし、その一方で小学校では水道水に赤水が発生し、ある程度水道水を流してからでなければ利用ができないなど、水飲み場の蛇口から直接水道水を飲用する小学生にとって問題となっている。

また、日本全国の小学校を対象としたアンケート調査¹⁾によると、水道水に不満がある（味、におい、安全の情報提供等）に答えた学校は33%という結果であった。他の項目にお

いても水道水の飲用に対するイメージがあまりよくないことがうかがえた。そのため、大人に水道水への理解を深めてもらえる取り組みをして、認識や意識の改革をし、子供へと教育し、水道水を飲む文化を継続させられるように導くことがのぞまれている。

例えば、東京都やA市、名古屋市などの大都市では、小学校の給水法の直結給水化のプロジェクトが進んで行われている。これにより水道水の飲用への満足が上がり、使用水量の変化もみられた。ソフト面や資源において改善されていることがうかがえる。また、給

水設備の素材や配管の種類等の見直しも行われている。

本研究では、小学校における給水方法や給水設備の実態調査を行い、安心して水道水の利用を継続できるよう、様々な取り組みを行っ溜めの提言を行うことを目的とする。

具体的には

①小学校の屋内外の給水方法を調査し、使用水量の変化などを調査する。調査の対象となる場所は、水飲み場・洗面所・プール・給食室・職員室・トイレ・校庭等の屋外の水場とする。

②小学校の給水設備（素材、配管の種類等）の現状を調査し、その結果に対する改良を考察する。

こととする。

B. 研究方法

調査対象を、政令指定都市レベルの比較的大規模な都市であるA市とした。A市では平成17年度から、小学校における直結化工事を実施しており、平成17年度(8校)、18年度(11校)、平成19年度(全20校うち老朽化校12校)分を既に実施している。

A市では、市内の小学校について給水設備に関する工事カルテを作成しており、各給水設備の改築や更新の工事年度を一覧できるようにしている。

本研究では、まずA市内の小学校の水道使用量のデータを入手した。さらに工事カルテのデータから、最新の更新年から本年までの期間を各施設の経年数と過程し、全学校について各施設の経年数の頻度分布を作成した。

C. 結果

(1) 直結化工事前後の水道使用量の変化

A市の小学校の直結給水化実施校に関して、直結給水化前後での月平均水道水使用量の変化を、平成17年度(8校)、18年

度(11校)、平成19年度(全20校うち老朽化校12校)分として以下に示す。

平成17年度の使用水量の変化は、生徒・教員総人数の増加の大きい1校が使用水量も増加した以外の7校は、人数にあまり変化がみられないが使用水量は減少している。原因としては17年度は直結給水化実施校を老朽化校を対象としていることから、漏水や使用始めの赤水洗浄水の水が、直結給水化によりなくなったためと考えられる。

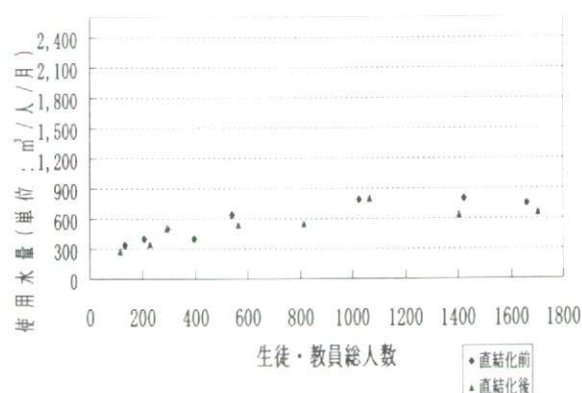


図1 平成17年度A市小学校月平均使用水量実績分布図(8校)

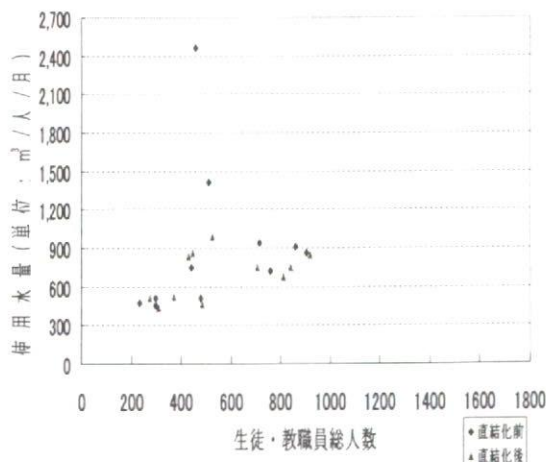


図2 平成18年度A市小学校月平均使用水量実績分布図(11校)

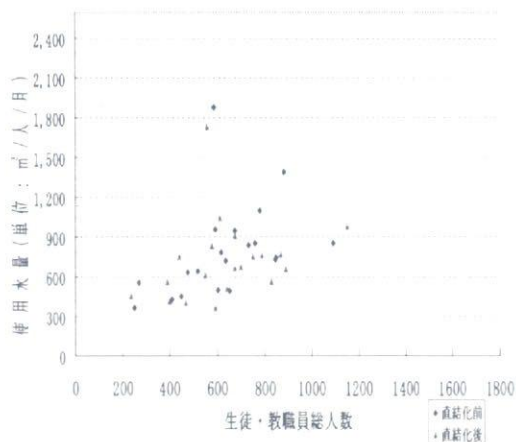


図3 平成19年度A市小学校月平均使用水量実績分布図(20校)

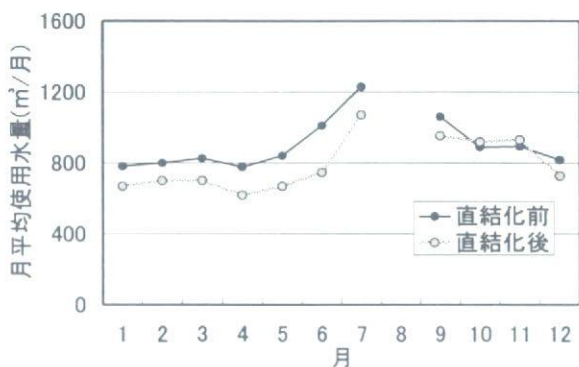


図4 平成19年度A市小学校において直結化前後の月別水道使用量の変化

平成18年度の使用水量の変化も、人数にあまり変化がみられないが使用水量は減少している。原因として平成18年度同様、老朽化校を対象としていることから、漏水や使用始めの赤水洗浄水の水が、直結給水化によりなくなったと考えられる。

平成19年度についても、直結給水化以前より使用水量が少なくなった学校が多い。原因としては、老朽化校の割合が大きいことから、17、18年度と同様に、直結給水化以前には漏水、使用開始前に赤水洗浄等を行っていたことが考えられる。また、使用水量が増えた学校もあり、直結給水を実施したことで、おいしい水と

して認識されてきていることもうかがえる。

図5はA市内全小学校を対象とした平成19年度の月平均使用水量である。図2、3と比較すると、似た形状の分布となっており、数値も近い。一方、図1の平成17年度とは分布的には似ていない。

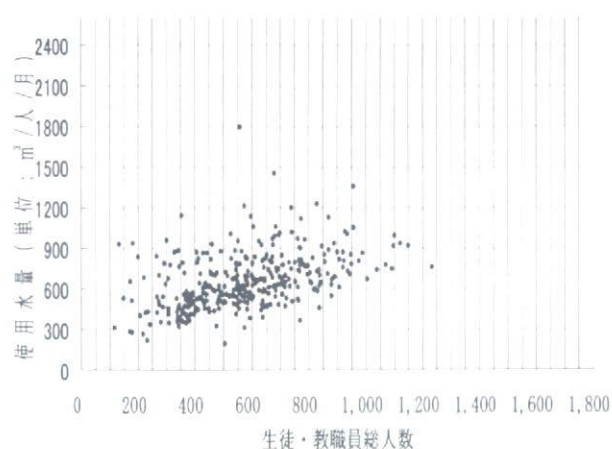


図5 平成19年度A市内全小学校の月平均使用水量実績分布図

(2) A市小中学校の給水に関するヒアリングの結果及び考察²⁾³⁾

A市水道局、同まちづくり調整局の方からA市小中学校の給水に関してヒアリングをさせていただいた。その内容及び考察を以下に示す。

①給水設備の直結給水化に関して

毎年使用水量は変化するが、1年間で横浜市小中学校500校では使用水量5,373,000m³、使用料金は35億7千万円もの水道水を使用している。

小学校の休暇中に貯水槽内の残留塩素のなくなった水を全て流して捨てるといった状況も報告されている⁴⁾が、A市では貯水槽を利用する全小学校が夏休みなど長期休暇終了前に残留塩素のなくなった水を流していることが分かった。しかし、貯水槽の使用を止め、給水設備を直結給水化することにより、水を流し捨てることは不必要になり改善される。

A市内の小学校は主に3階または4階建ての校舎であり、これらはすべて給水設備の直結給水化が可能である。(5階建ての校舎の小学校は現在2校)

ただし、地域により地形・浄水場からの距離な

ど学校の立地により3・4階まで圧送できる水圧かをみた上で直結給水化が可能か判断される。A市の指針では3・4階の水圧の基準は0.25MPaとされている。

また、A市内の小中学校は給水設備の施工年数や老朽化の進行の状況の悪い順番に直結給水化の工事を行っている。

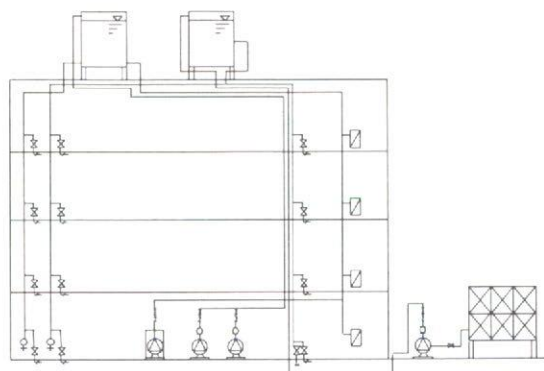


図6：高置タンク式給水の系統図

③受水槽タンクについて

A市内の小中学校の受水槽タンクの本体は新設校や改修工事を行った学校はFRP製単板形とされている。しかし、改修を行っていない老朽化したタンクの学校はRC造のタンクを使用している。RC造のタンクは昭和50年代に設置されたものが多い。

昭和50年から建築基準法改正に伴い、小中学校の飲料用受水槽は地下水槽から地上水槽に変更、その後の新設校及び既存地下型水槽校についても、地上型受水槽へ改修工事を実施している。現在の建築基準法ではタンクの点検として6面点検が基準とされているが、地下型RC造のタンクに限っては埋設されているため、底面の点検ができず、5面点検として点検が行われている。

昭和50～59年までのRC造受水槽について、地下水槽から地上水槽に改修及び新設校を230基建設した。

更に、平成11～15年までにRC造からFRP製への改修を5年間で50基行った。RCの外壁を残し、水槽部分を解体、その中にFRPの水槽を新設する方法である。

A市内の小中学校では平成20年11月現在、残りの老朽化した（経年20年）RC造のタンクは186基である。しかし、RC造からFRP製への改修の問題点の中でも最も問題なことは、工事コストが高いため年あたり10基（校）程度しか工事ができないということだった。タンクの工事費には1基1000万円以上はかかる。

また費用面だけでなく、強度・寿命・災害時利用においてもRC造タンクは以下のような点に関して優れている。

表1：FRP製・RC造タンクの比較

	FRP製	RC造
工事費	高い	安い
耐震強度	1.0G	強い
水槽強度	弱め	強い
耐火性	弱め	強い
寿命	20～25年	70年
維持管理	パッキンの劣化 外板塗装	外壁塗装 屋根防水
災害時利用	漏水・破損の可能性	利用可能
波及性	なし	校庭等散水用水槽 や消火水槽
環境面	再資源化	廃材は発生しない

そこでRC造受水槽の再評価が行われ、水槽更新と再利用を比較したところ、水槽更新に比べ、既存の地上型RC造受水槽を塗装・防水・ポンプ等機器のメンテナンスを施し再利用することで大幅なコスト削減がみられた。特に地上型RC造受水槽の上面は防水、側面は塗装することにより延命が可能となった。これは試験的に行った例からの結果である。

A市全小中学校の520校は、毎年清掃や検査を行い、維持管理につとめている。各学校の受水槽の状況の把握、必要に応じた修繕や改修により長寿命化の推進可能である。

以下の写真は老朽化したRC造受水槽内部とFRP製受水槽の様子である。

④給水管について

給水管の使用材料としてA市のマニュアル

で以下のように標準が定められている。

表 2：給水管の使用材料

施工箇所	管材質
屋内露出・機械室・天井内・ パイプシャフト内・ユニット流し内	VA
屋外露出	VB
コンクリート内・ピット内・土中埋 設	VD

VA・VB は水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管
VD は水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管(外
面被
覆)

VA・VB・VD の素材について、銅管の管内部を塩化ビニルでコーティングしたものであるが、管の切断端部や接続部のコーティングの切れで金属が露出したり、接続するバルブが異種金属であると錆が出る場合がある。これに対し、ステンレス管の使用が妥当であると考えた。ステンレス管は硬質塩化ビニルライニング鋼管の約 2 倍の耐久性を持ち耐用年数は約 60 年である。更に表面は不動態皮膜で覆われ自己再生能力を持つため、錆びにくい。また、耐震性・環境面・リサイクル面でも優れている⁵⁾。

これは以前考察したものであるが、今回のヒアリングにて得られた内容は、ステンレスは給水管にはベストであるが難点が挙げられた。1 番の点はステンレスを使用すると費用が高くなる。A 市では平成 15,6 年から一般家庭の給水管にステンレス配管が普及しているが、学校には使用していない。もう 1 点は土中埋設で、ステンレスは土に埋めると穴が開いた場合には電飾し広がる恐れがある。給水管は特に継ぎ手の施工が大事であり、管を傷つけないような外面被覆と慎重な工事が必要である。

また、昔の給水管には G P (ガルバナイズ) が施されていた。これは鋼管に亜鉛メッキで外面を仕上げたものでさびを防止していた。

⑤給水設備のメンテナンス状況

A 市内の小中学校の給水設備のメンテナンスの実施状況としては、主に団体の固定はせず、委託により、更に入札してメンテナンスを実施する団体を決定している。

メンテナンスの頻度としては、法定に定められた通りの点検を全小学校で行っている。

また、A 市全学校単位で職員の目視・触手による点検が実施されている。各学校に「点検マニュアルチェックシート」が配布され、電気設備・空調・給排水・消防用設備の細かい項目について、異常の有無・各設置場所の異常の内容や気づいた点を記入し提出する。

給水配管、排水配管は校舎内の配管で、漏水・赤水・流し・トイレの排水状況を目視確認する。例として、目視：水漏れがないか、目視・触手：保湿剤が濡れていないか等がある。それぞれについて異常の有無・各設置場所の異常の内容や気づいた点を記入する。

ポンプ(給水用・消火用・空調用)で、給水用は受水槽揚水ポンプ室の揚水ポンプに関して学校で目視確認をし、消火と空調用は保守点検業者の点検報告書により記入する。

タンク(給水用・消火用)は受水槽、高架水槽、消防用水槽で、給水用タンクは清掃業者、消火用水槽は消防設備保守点検業者の点検報告書により記入する。

このチェックシートを元に、毎年のメンテナンスとして清掃や検査を行い、シートの回収を元に各学校の給水設備の状況の把握、必要に応じた修繕や改修が実施されている。

R C 造タンクがコスト面・強度面・災害時利用面に優れているため適切かつ、再利用が迅速に対応可能であると考えた。

給水管の材料としては、性質的にみると土中埋設は水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管・その他はステンレスが適切であると考えられるが、コスト面でどの程度ステンレスが負担になるかが鍵を握っている。

老朽化した受水槽給水設備の利用による飲料用水には管理を徹底しないと衛生的に悪い。

そのため現在A市内の小中学校の給水設備の利用大規模改修として、校舎内の水飲み流し・特別教室系統を直結給水化し、トイレ洗浄水系統を受水槽から圧送することが一番ベストな安全な水道水の提供につながると考えられる。

また、タンクの老朽化の有無に関わらず、毎年のメンテナンスとして清掃や検査は必要である。

(3) 各給水設備の経年数の解析

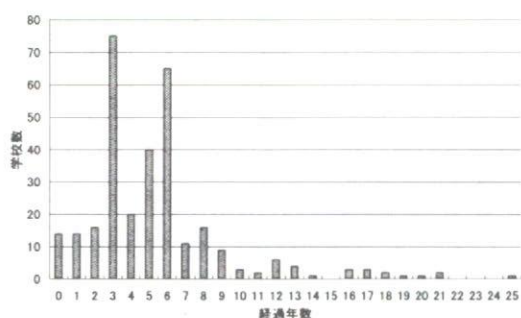


図7 トイレ経過年数

図7にトイレの経年数の頻度分布を示す。年間約30校、男女トイレ180箇所を改修している。改修予算は年度毎に一定額ではないが、毎年約8億円程度である。現在は昭和50年代に建設したトイレ、改修したウェットトイレをドライトイレに改修しており、また、和式便器から洋式便器に改修している。

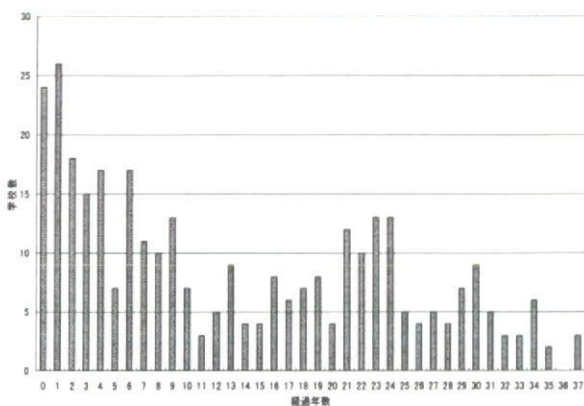


図8 直結給水配管経過年数

図8に直結給水配管の経年数の頻度分布を示す。直結給水管配管は、飲料用量水器以降屋外水飲み系統及び管理諸室(校長室、職員室、事務室、保健室、技術員室)に50Aの鋼管で配管し供給している。配管箇所は、新築時は土中配管で、改修時は校舎外壁に露出配管をしている。年間計画的に約36校屋外の直結給水管を新しい配管に改修している。給水本管圧力が改善されて、校舎最上階の4階まで直結給水管で改修が可能になった。年間の工事金額は約4億5千万円程度である。

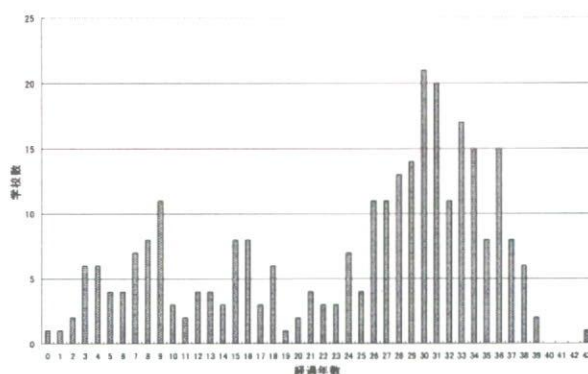


図9 流沫給水配管経過年数

図9に流沫給水配管の経年数の頻度分布を示す。流沫給水配管は高架水槽から供給される給水管である。原則、校舎建設時に配管されており老朽化している。現在漏水、赤水、錆び等で問題が生じている学校を改修している。

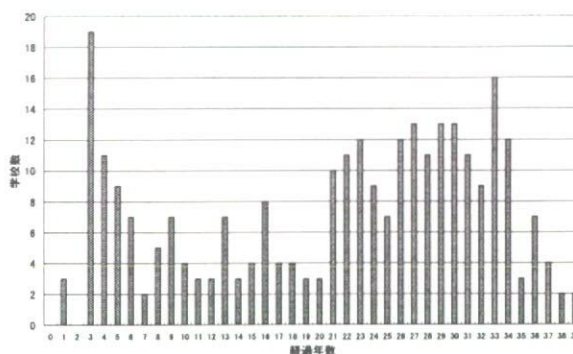


図10 揚水配管経過年数

図10に揚水配管の経年数の頻度分布を示す。揚水配管とは受水槽から高架水槽までの給水管である。原則、配管後30年を経過してい

る配管を改修している。現在は漏水、配管内錆び等の問題が生じている学校を改修している。

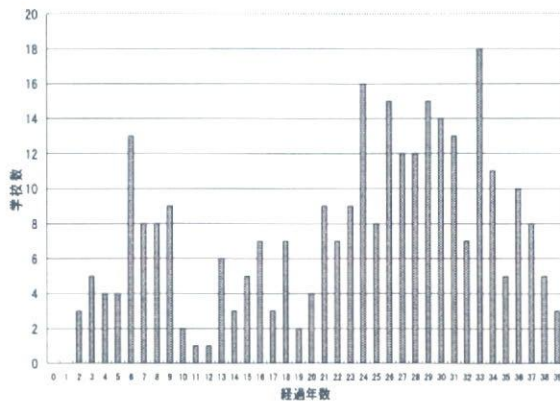


図 11 消火配管経過年数

図 11 に消火配管の経年数の頻度分布を示す。屋内消火設備の埋設消火配管であり、原則、配管後 30 年を経過している配管を改修している。

現在は漏水等の問題が生じている学校を改修している。改修内容は、埋設消火配管を新しい配管に改修し同時に屋内消火ポンプも改修している。消火ポンプユニット（制御盤、呼水水槽含む）で更新する。

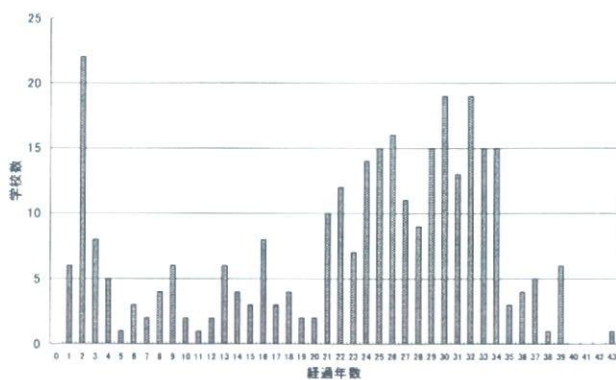


図 13 水泳プール給水配管経過年数

図 13 に水泳プール給水配管の経年数の頻度分布を示す。

プール用給水管は、量水器も飲料用とは別に設置されている。プール用量水器以降プールまでの埋設給水管を新しい配管に改修する。現在

は、漏水等の問題が生じた学校を改修している。

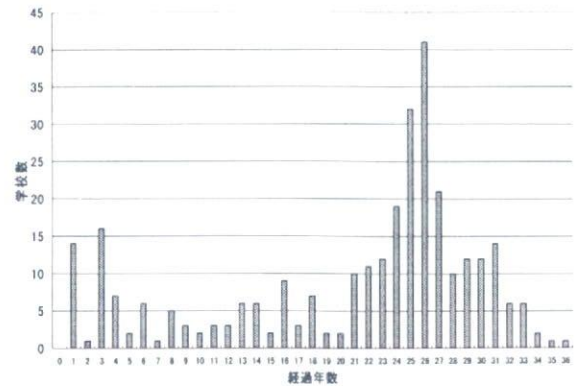


図 13 水泳プール循環器経過年数

図 13 に水泳プール循環器の経年数の頻度分布を示す。プールの濾過器改修であり、地上型プールは砂濾過式、屋上プールは珪藻土式を採用している。理由は屋上プールは濾過器重量の軽い機器を採用した為である。計画改修は年間約 30 校程度だが、予算の関係で一定していない。改修内容は機器の更新ではなく、オーバーホールで行っている。オーバーホール内容は、ケーシングのケレン塗装、ろ材交換、循環ポンプ、制御盤更新等である。

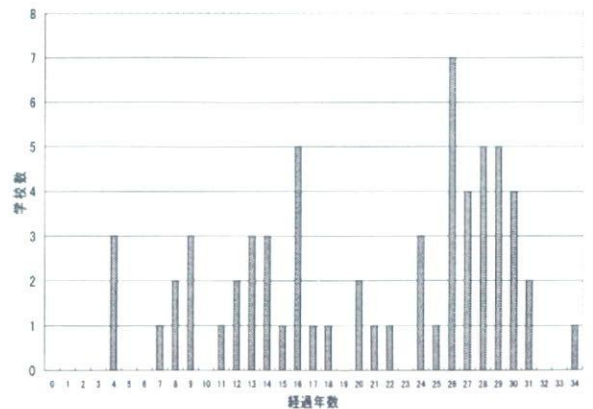


図 14 屋上水泳プール経過年数

図 14 に屋上水泳プールの経年数の頻度分布を示す。プール用量水器以降の埋設給水管を改修している。給水管本管圧力がある学校は、受水槽を経由せず直結給水でプールに水を供給するように改修している。

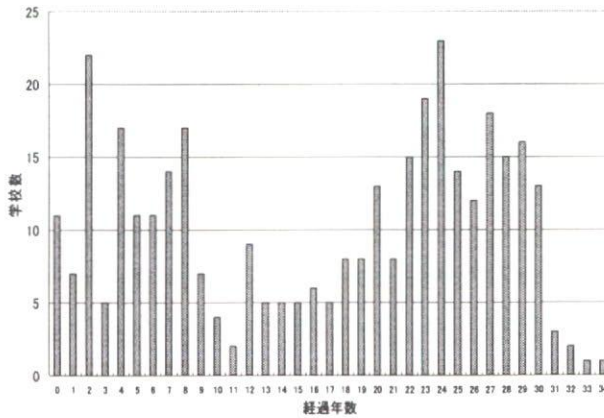


図 15 受水槽経過年数

図 15 に受水槽の経年数の頻度分布を示す。

コンクリート製の受水槽とFRP製パネル水槽の二種類が設置されている。コンクリート製受水槽は、建築基準法の遡及がなければ改修をしている。改修内容は、内部エポキシ防水、屋根部シート防水、外壁塗装補修を行い揚水ポンプ、制御盤も改修している。トイレの洗浄水以外を直結給水で供給し、受水槽をトイレ洗浄水専用として改修し、雑用水受水槽に用途変更している学校もある。

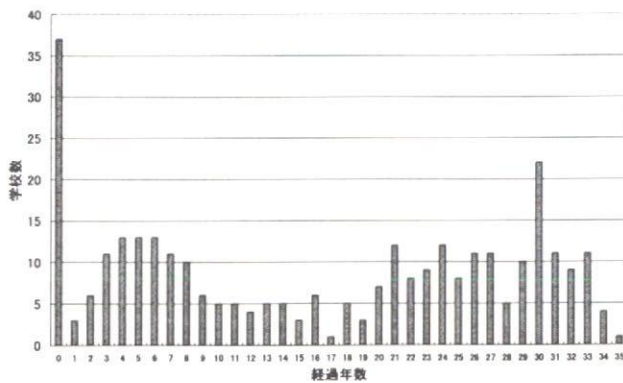


図 16 揚水ポンプ経過年数

図 16 に揚水ポンプの経年数の頻度分布を示す。学校に高架水槽が1基の場合は、揚水ポンプ2台で自動交互運転方式。高架水槽が2基以上の場合は、高架水槽基数と同じ台数の揚水ポンプを設置し単独運転方式を採用している。約30年ごとにポンプ更新を行う。

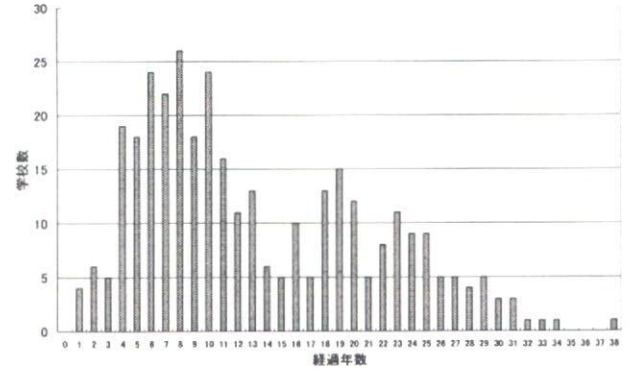


図 17 高架水槽経過年数

図 17 に高架水槽の経年数の頻度分布を示す。校舎屋上に設置されている水槽である。数年前に全ての学校の高架水槽は更新された。最近加圧給水法式を採用し、高架水槽を撤去する学校もある。

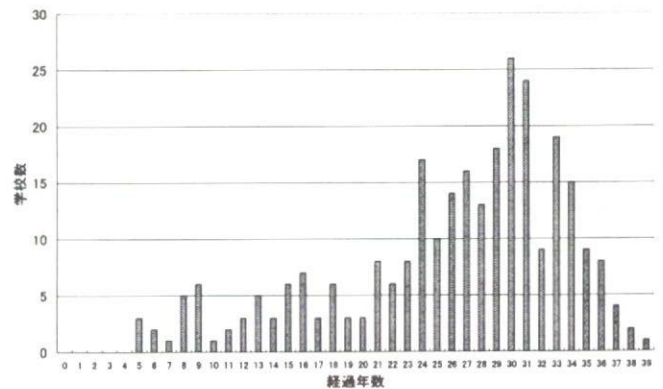


図 18 消火ポンプ経過年数

図 18 にの消火ポンプの経年数の頻度分布を示す。消火配管と含めて改修しているが、安全管理局の査察で指摘された学校の消火ポンプをユニット消火ポンプに更新する場合もある。

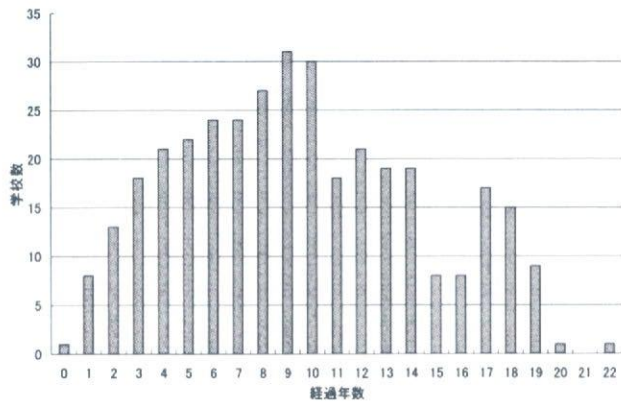


図 19 給食室経過年数

図 19 に給食室の経年数の頻度分布を示す。本来は給食室全体のドライ給食改修を行っている。予算の関係から年間数校しか改修できず、設備配管（給水管・給湯管・ガス管）の老朽が著しく、別途設備大規模改修を年間 5 校程度行っている。

D. 考察

小学校における給水装置は老朽化が進行しているが、一般に水道水への影響が大きいと考えられている高置水槽葉それほど老朽化がすすんでおらず、むしろ、高置水槽の下流の管路系統における老朽度がすすんでいることがわかった。これは、高置水槽のように建築物と分離されている設備の更新は比較的容易であるが、建物内の配管の更新は困難であることなどが原因であることが推定された。また、直結給水工事によって、水道水の水質や水温の改善がみられても、水道使用量という形では反映されないこともあきらかになった。

E. 結論

比較的大規模な自治体である A 市内の小学校では、主に給水配管の老朽化が進行しており、これらの更新工事と同時に直結給水工事をするに意義があると考えられた。また、直結化によって、小学校水道使用量は減少する傾向にあることが示唆された。今後は、直結化に伴う児童の水道水への意識の変化について調査していく予定である。

G. 研究発表

1. 論文発表 なし

2. 学会発表

小縄 桜子、長岡 裕：小学校における給水設備の実態調査、土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集、VII-28、2009

小縄 桜子、長岡 裕、藤野 雄太：小学校における給水設備の老朽度の現状と直結化工事の影響、全国水道研究発表会、2009(発表予定)

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得 なし

2. 実用新案登録 なし

3. その他 なし

6. 参考文献

- 1) 長岡 裕：「水道水を直接飲むことの意義」環境浄化技術 2008 年 5 月 P65～69
- 2) A 市水道局からのデータ
- 3) A 市まちづくり調整局からのデータ
- 4) 朝日新聞社広告局：「蛇口から水を飲む文化を次世代へ」朝日新聞 2007 年 12 月 3 日 P24
- 5) 神奈川県営水道
<http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/kigyosomu/stainless.htm>

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

運動・スポーツと関連して発生した水分不足に伴う熱中症による死亡事故の実態

分担研究者	福島（太田）美穂	水と健康スポーツ医学研究所理事長
研究協力者	望月浩一郎	虎ノ門協同法律事務所 弁護士
	田澤俊明	新都心たざわクリニック 院長
	山田有希子	東京厚生年金病院図書室 司書
	勇まゆみ	中村記念病院図書室 司書
	里井女恵	天使病院中央図書室 司書
	岐部琴美	東京大学教育学部 学生
	戸谷佳織	同上
	金丸奈央	同上

研究要旨

水分不足による運動時の熱中症に関する研究として、運動・スポーツと関連して発生した水分不足に伴う熱中症による死亡事故についての文献調査を行った。具体的には「熱中症」「死亡」をキーワードに、新聞記事と判例を検索した。

「熱中症」「死亡」に関する新聞記事をのべ 1075 件、判例を 33 件収集することができ、見出し及び本文を『水分不足と運動・スポーツ、熱中症に関する文献調査・資料集』としてまとめた。多くの事例の検討から、無知と無理が熱中症による死亡事故発生の背景にあると考えられた。

A. 研究目的

ヒトの生命・健康を保持するために水は必須のものであり、その不足は健康障害を来し、時には生命をも奪う。子供の運動・スポーツに伴う熱中症による死亡事故は、水分の摂取不足に伴う脱水が深く関係していることが、個別的に報告されている。

そこで、本研究では、多数の事例、資料を収集・整理することにより、水との関係から、それらの重大事故の背景と発生要因を探り、教育・啓発に結びつける基礎資料を作ることを目的とした。

B. 研究方法

新聞記事や判例が検索できるデータベースを使用して該当する記事、判例を検索した。「熱中症」「死亡」に関する新聞記事を検索したところ、

日経テレコン 21（日本経済新聞関連新聞検索、1981年～） 217件

聞蔵Ⅱビジュアル for Libraries（朝日新聞、1985年～） 309件

ヨミダス文書館（読売新聞検索、1989年9月～） 241件

毎日 News パック（毎日新聞、1987年～）

231 件

産経新聞ニュース検索サービス（1992年～） 77 件

合計 1075 件（重複有り）が収集された。

また、「熱中症」「死亡」に関する判例を、判例大系を用いて検索したところ、33 件が収集された。

これらを『水分不足と運動・スポーツ、熱中症に関する文献調査・資料集』（A4 版、1084 頁）として製本した。その内容につき、詳細に検討して、水分不足に伴う熱中症による死亡事故との観点から分析すると共に、特に、子供（18 歳未満）の運動・スポーツに伴う熱中症による死亡事故に着目してその発生状況、発生要因、背景について検討した。

また、これらデータベースによる分析とは独自に、法律的観点から熱中症事故の判例に関わる文献資料並びに判決を収集、整理し、その態様の特徴を分析した。

C.D 研究結果・考察

本研究で収集できた熱中症死亡事故者は、計 160 人であり（図表 1）、男性 110 人（68.8%）、女性 47 人（29.4%）、不明 3 人（1.9%）であった。年齢別内訳では、80 歳以上が 31 人（19.4%）と最も多く、次いで、高校生 30 人（18.8%）、中学生 21 人（13.1%）であった。小・中・高等学校の児童・生徒を合計すると 53 人であり、全体の 3 分の 1 を占める（図表 2）。中学生、高校生の学年が明確な事例は、それぞれ中学生 21 人中 19 人、高校生 30 人中 27 人である。中学生の内訳は 2 年生 10 人（52.6%）、1 年生 6 人（31.6%）、3 年生 3 人（15.8%）であり、高校生の内訳は、1 年生 18 人

（66.7%）、2 年生 7 人（25.9%）、3 年生 2 人（7.4%）であった。特に高校 1 年生が多いことは、新人トレーニングの方法・内容の問題点が伺える。

事故発生月別内訳では、8 月が 79 人で最も多く、次いで 7 月 62 人とほとんどの死亡事故が夏の時期に起きていたことが示された（図表 3）。

スポーツ中・後の熱中症による死亡事故と判断されたのは 63 人であり、その種目別内訳では、野球が 10 人（15.9%）と最も多く、次いで柔道 7 人（11.1%）、ラグビー・サッカーが各 6 人（9.5%）の順であった（図表 4）。

事故の態様から、その発生要因を

- (1) 個（スポーツをしている人）の要因
 - (2) 方法（スポーツの方法・内容）の要因
 - (3) 環境（スポーツの自然環境・人工環境）の要因
 - (4) 指導・管理（スポーツ指導者の資質・指導体制、規則、保護者の姿勢等）の要因
- に分けて分析したところ、図表 5 のように整理され、指導・管理の要因に該当すると考えられる問題点が多いことが示された。

これらの児童・生徒に起きたスポーツ中・後の熱中症死亡事故例でその発生状況にきわめて重要な問題点が含まれていると判断されたものについて、個別の事例表を作成した（章末の資料）。明らかに体罰を意味する「ペナルティーによる事例」「頭が痛い」「足がひきつる」「しんどい」など体調不良を訴えたにも関わらず「水分も休憩も取らせなかった」り、「わしには演技は通用せんをや」として適切な処置をしなかった事例、「練習の最中に監督の許可なしに水を飲むことは禁止とされていた」事例、「練習

をしているうちは水は飲まないのが部の中の不文律」である事例、15才の最期の訴えが「先生、水を飲ませて下さい」であった事例、意識がもうろうとした女子生徒に「コップ一杯の水をあたまから浴びせ」たり、「介抱しようとする他の部員を妨げ、練習への参加を余儀なくさせ」た事例等、鮮烈な状況が示された。

また、熱中症事故判例・判決のまとめ（図表6・7）からは、中学生・高校生の身体特性に見合わない過度な質・量のトレーニングが暑熱環境下で強制され、飲水への配慮がなく、応急処置を講じない等の指導者の問題点が明示された。

E. 結論

運動・スポーツに関連して発生した水分不足に伴う熱中症による死亡事故は、中学生高校生、特に高校1年生に多く見られ、その多くが、無理なトレーニングと無知による不適切かつ理不尽な対応が主な要因と考えられた。運動・スポーツの指導者への適切な指導方法、及び飲水の重要性についての教育・啓発がきわめて重要であると考えられた。

G. 研究発表

1. 論文発表 なし
2. 学会発表 なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

図表1 熱中症による死亡事故者

事故事例一覧								
No.	事故発生日	事故発生日域	性別	年齢	詳細	学年	場所	ページ数
1	1984/8/4	愛媛県今治市	女	16	バスケットボール部練習	高1	体育館	410-15
2	1986/8/7	千葉県富津市	男	16	相撲部合宿中 室内相撲場	高1	室内相撲場	893a
3	1986/8/11	大阪府大阪市	男	小学6年	少年野球チーム練習		グラウンド	416-20
4	Aug-87	東京都保谷市	男	17	ラグビー部 グラウンド 練習にいき過ぎ	高2	グラウンド	894
5	Oct-87	静岡県駿東郡	男	16	マラソン中	高1	屋外	1049
6	1988/8/5	新居浜市	女	16	部活動中(バスケットボール)	高1	体育館	1068
7	1989/8/9	徳島県美馬郡	男	13	部活動中(野球)	中1	グラウンド	86
8	1990/7/18	甲武信岳	男	26	新聞記者 秩父署山岳救助隊の縦走訓練に同行取材中		山中	893c
9	1990/7/18	東京都国立市	男	46	工事現場		工事現場	87
10	Aug-90	長野県菅平高原	男	17	部活動中(ラグビー)	高2	グラウンド	715
11	1990/8/21	東京都八王子市	男	12	部活動中(サッカー)	中1	グラウンド	719
12	Jul-91	広島県三原市		14	コンテナに閉じ込められ 風の子学園		コンテナ内	885b
13	Jul-91	広島県三原市		16	コンテナに閉じ込められ 風の子学園		コンテナ内	885a
14	1992/7/28	山梨県南巨摩郡身延町	男	16	部活動中(柔道)	高2	柔道場	718
15	1994/7/3	大分県別府市	男	23	サッカー試合		グラウンド	393-9
16	1994/7/3	東京都台東区	男	39	路上		路上	390-7
17	1994/7/3	大阪府堺市	男	50-60	遊歩道		遊歩道	394-10
18	1994/7/3	熊本県熊本市	女	中学3年	体育館で運動		体育館	393-9
19	1994/7/7	大阪府柏原市	男	17	ラグビー部練習	高3	グラウンド	392-8
20	1994/7/17	福岡県北九州市	女	92	家の中		家	892d
21	1994/7/24	山形県西村郡朝日町	男	16	山岳部の活動中	高2	山中	1010
22	1994/7/31	埼玉県秩父市	男	57	野球の練習中		グラウンド	718
23	1994/8/1	大分県大分市	男	16	野球部練習	高1	グラウンド	389-5
24	1994/8/11	福島県会津市	男	16	柔道部の合宿		柔道場	594
25	1994/8/20	埼玉県和光市	女	81	自宅		家	718
26	Feb-95	三重県	男	22	セミナー中 風呂行		風呂	890
27	1995/2/12	三重県志摩郡	男		入浴後		風呂	1028
28	1995/7/21	東京都足立区	男		工事現場		工事現場	923
29	1995/7/23	茨城県水戸市	男	15	レスリング部合宿	高1	体育館	334-6
30	Aug-95	山梨県西矢代郡市川大門町	男	15	部活動中(サッカー)練習休んだ罰 グラウンド「水を飲ませてください」	高1	グラウンド	712
31	1996/6/14	東京都	男		1車内		車内	404-14
32	1996/6/14	東京都	男		2車内		車内	404-14
33	1996/6/16	福井県三方郡美浜町	男	19	マラソン中	大1	屋外	711
34	1996/7/29	群馬県前橋市	男	15	部活動中(野球)	高1	グラウンド	711
35	Jul-97	東京都	男	30	道路工事		工事現場	595
36	1997/7/3	岐阜県土岐市	女	80	畑		農作業	339-11
37	1997/7/5	群馬県大泉町	男	64			不明	85
38	1997/7/5	東京都三鷹市	男	67			不明	85
39	1997/7/13	群馬県伊勢崎市	男				不明	355-8
40	1997/7/31	岐阜県揖斐川町	女	52	路上		路上	339-11
41	Aug-98	奈良県	男	中2	柔道部 練習中		柔道場	881
42	1998/8/5	兵庫県南光町	女	3	乗用車内 路上に駐車		車内	882a
43	1998/8/5	兵庫県南光町	女	10ヶ月	乗用車内 路上に駐車		車内	882b
44	1998/8/9	鹿児島県伊集院市	男	13	剣道の練習中	中2	体育館	83
45	1998/8/17	滋賀県大津市	男	15	バレーボール部 練習後	高1	路上	884
46	1998/8/18	奈良県天理市	男	14	柔道部 倒れていた男子生徒に「早く練習せい」	中2	柔道場	882c
47	1998/8/25	山口県徳山市	男	19	レスリング部(徳山大学)		体育館	882d
48	Jul-99	兵庫県川西市	男	13	ラグビー部「甘えるな!演技は…」応急処置とらず放置	中1	グラウンド	120
49	Jul-99	福岡県	男	15	部活動中(野球)	高1	グラウンド	967
50	1999/8/3	三重県明和町	男	66	工事現場		工事現場	305-13
51	1999/8/3	群馬県高崎市	女	83	畑		農作業	304-12
52	1999/10/11	佐賀県佐賀市	男	17	部活動中(ラグビー)	高2	グラウンド	933
53	2000/7/7	埼玉県川越市	男	28	大作業		工事現場	295-2
54	2000/7/7	茨城県牛久市	女	75	山林		山中	295-2
55	2000/7/11	広島県広島市	男	15	陸上部練習	高1	グラウンド	360-15
56	Aug-00	神奈川県川崎市	男	13	野球部 部活中 多摩川河川敷でランニング中 救護の対応遅れ	中2	グラウンド	840
57	2000/8/20	神奈川県川崎市	男	13	野球部練習	中2	グラウンド	367-1
58	Jul-01	熊本県中央町	男	12	石段のぼり中	中1	屋外	692
59	Jul-01	広島県東城町	男	21	ゴルフ部(近大) 合宿中		ゴルフ場	831
60	2001/7/5	鹿児島県山川町	女	91	公園		公園	853a
61	2001/7/6	鹿児島県名瀬市	男	53	建設作業中		工事現場	572b
62	2001/7/6	鹿児島県垂水市	女	73	自宅		家	572c
63	2001/7/14	群馬県佐波郡	男	59	農作業中 帽子かぶらず一人で		農作業	861
64	2001/7/24	埼玉県小川町	女	50	遊歩道		遊歩道	129a
65	2001/7/24	三重県小俣町	男	93	畑で草刈り		農作業	129c
66	2001/7/28	福岡県北九州市	男	14	部活動中(サッカー)	中3	グラウンド	687
67	2001/8/3	岡山県倉敷市	男	15	部活からの帰宅途中	高1	路上	681
68	2001/8/5	宮崎県宮崎市	男	66	工事現場		工事現場	340-12
69	2001/8/17	京都府京田辺市	男	46	サッカー大会審判		グラウンド	265-2
70	2002/5/27	愛知県豊明市	男	2ヶ月	車内		車内	250-2
71	Jul-02	岡山県津和野町	女	高齢			不明	322-15
72	2002/7/12	山形県鶴岡市	男	15	国体登山競技	高1	山中	326-20
73	2002/7/13	静岡県浜松市	男	35-50	路上		路上	240-15
74	2002/7/27	大分県宇佐市	男	75			不明	238-13
75	2002/8/6	岡山県美作町	男	20	ゴルフの練習中		ゴルフ場	675
76	Aug-02	静岡県伊東市	男	22	応援団(山梨学院大学) 合宿中		屋外	835
77	2002/8/30	群馬県明和町	男	17	剣道部 2時間後退場	高2	体育館	562
78	2002/9/8	高知県馬路村	男	45	フルマラソン中		路上	67
79	2003/6/12	秋田県平鹿町	男	14	相撲部練習	中2	室内相撲場	309-18
80	2003/7/8	鳥取県大山町	男	13	登山中	中2	山中	64
81	2003/7/22	秋田県大曲市	男	15	部活動中(柔道)	高1	柔道場	665
82	Aug-03	宮城県仙台市	男	12	部活動中(バスケットボール)	中1	体育館	663
83	2003/8/7	大阪府東大阪市	男	17	ラグビー部練習	高3	グラウンド	216-4
84	2003/8/8	福岡県福岡市	男	17	部活動中(相撲)	高1	室内相撲場	925
85	2003/8/15	愛知県名古屋府	男	16	バドミントン練習		体育館	216-5
86	2003/8/15	群馬県みどり市	男	67	畑		農作業	217-7
87	2003/8/15	茨城県牛久市	女	90	庭		屋外	205-14
88	Mar-04		男	1歳9ヶ月	電気カーベット		室内	817
89	2004/4/10	愛知県豊田市	女	10ヶ月	車内 後部座席 1時間半放置 日よけ付け、窓開けていた		車内	555a
90	2004/4/13	岐阜県笠松町	女	1	車内 4時間放置		車内	555b
91	Jul-04	愛知県一宮市	男	14	ハンドボール部練習	中2	体育館	234-7
92	2004/7/7	三重県伊勢市	女	79	ビニールハウス		農作業	295-2
93	2004/7/7	富山県入善町	女				不明	282-11
94	Jul-04	群馬県榛名町	女	73	草むしり中		農作業	818
95	2004/7/14	福岡県北九州市	男	80			不明	821
96	2004/7/17	福岡県桂田町	男	15	野球部 グラウンド	高1	グラウンド	554
97	Jul-04	大分県大野郡	男	77	菜園 草取り作業中		農作業	819a
98	2004/7/24	兵庫県尼崎市	男	9	少年ソフトボールチーム 水分補給も十分した		グラウンド	118
99	2004/7/26	愛媛県大洲市	男	16	柔道合宿	高2	柔道場	169-6
100	2004/8/8	群馬県伊勢崎市	男	72	農作業ハウス		農作業	169-4
101	Aug-05	兵庫県淡路市	男	13	柔道部の合宿中「インフルエンザみたい」と訴え 水分も休みも取らせず	中1	柔道場	618
102	Aug-05	アメリカコロラド州	男	23	サッカーの試合後		グラウンド	650
103	2005/8/4	奈良県御所市	男	55	工事現場		工事現場	263-20
104	2005/8/11	千葉県小見川町	男	15	部活動中(剣道)	高1	体育館	651
105	Oct-05	京都府京田辺市	男	13	少年野球チーム 試合(敗退)後の特訓中		グラウンド	793

図表1 熱中症による死亡事故者

106	2006/7/8	長崎県時津市	男	50歳代	駐車場	駐車場	249-1
107	2006/7/13	長崎県大村市	女	60	市営アパート敷地内	屋外	247-19
108	2006/7/13	長崎県長崎市	女	83		不明	804b
109	2006/7/13	佐賀県嬉野市	男	87	自宅裏の畑	農作業	804c
110	2006/7/15	佐賀県鳥栖市	女	82		不明	804a
111	2006/8/5	富山県高岡市	女	75	歩道	路上	238-12
112	2006/8/6	兵庫県神戸市中央区	男	51	海岸通の歩道橋 脱水症	路上	539
113	2007/7/26	福岡県北九州市	男	2	車内	車内	225-7
114	Aug-07	茨城県常総市	男	16	ハンドボール部の合宿中 正午過ぎ ランニング中	高1 グラウンド	791
115	2007/8/4	富山県高岡市	男	51		不明	222-13
116	2007/8/10	群馬県富岡市	男	68	水田	農作業	218-8
117	2007/8/11	愛媛県四国中央市	男	49	農作業中	農作業	635
118	2007/8/11	山形県高島町	女	82	自宅	家	108b
119	2007/8/12	秋田県大館市	女	85	畑で草刈り	農作業	533
120	2007/8/14	東京都町田市	男	13	部活動中(バスケットボール)	中2 体育館	634
121	2007/8/14	埼玉県越谷市	女	65	寝室	家	217-6
122	2007/8/14	鳥取県倉吉市	女	79	寝室	家	203-12
123	2007/8/15	埼玉県狭山市	男	59	自宅	家	217-7
124	2007/8/15	群馬県高崎市	男	66	自宅	家	217-7
125	2007/8/15	群馬県伊勢崎市	男	84		不明	633
126	2007/8/15	栃木県藤岡町	男	90	就寝中	家	633
127	2007/8/16	滋賀県守山市	男	64	アパート	家	38
128	2007/8/16	京都府西京区	女	72	自宅寝室	家	105d
129	2007/8/16	埼玉県	女	78	寝たまり状態	家	105b
130	2007/8/16	埼玉県熊谷市	女	81	自宅	家	40
131	2007/8/16	兵庫県たつの市	男	87	路上	路上	105e
132	2007/8/16	埼玉県深谷市	男	88	寝室	家	41
133	2007/8/17	埼玉県越谷市	男	40	自宅	家	629
134	2007/8/17	兵庫県神戸市	男	47	マンション建設現場	工事現場	39
135	2007/8/17	千葉県木更津市	女	65	自宅	家	39
136	2007/8/17	神奈川県横浜市	女	74	自宅(農作業中)	家	39
137	2007/8/17	群馬県渋川市	女	78	自宅	家	629
138	2007/8/17	愛知県名古屋市長	男	79		不明	41
139	2007/8/17	秋田県大館市	女	80		不明	41
140	2007/8/17	群馬県藤岡市	女	80		不明	41
141	2007/8/17	東京都渋谷区	女	81	都営アパート(笹塚)	家	37
142	2007/8/17	東京都渋谷区	女	81	都営アパート(幡ヶ谷)	家	37
143	2007/8/17	東京都柏江市	男	84		不明	41
144	2007/8/17	三重県津市	男	84	畑	農作業	39
145	2007/8/17	埼玉県熊谷市美里町	女	84	民家の居間	家	37
146	2007/8/17	埼玉県さいたま市	女	84	自宅	家	39
147	2007/8/17	埼玉県美里町	女	84	自宅	家	629
148	2007/8/17	埼玉県川越市	女	86	自宅	家	39
149	2007/8/17	京都府京都市	女	91	自宅	家	39
150	2007/8/17	千葉県若葉区	男	50代	就寝中	家	629
151	Sep-07	埼玉県鴻巣市	男	28	長距離走後	屋外	34
152	2007/9/7	宮崎県日向市	女	15	体育祭の練習中	中3 屋外	628
153	2007	奈良県平群町	女	80代	自宅 室内	家	800
154	Jul-08	愛知県名古屋市長	男	50代	工事現場	工事現場	15
155	2008/7/7	三重県周南市	男	51		不明	167-1
156	2008/7/8	熊本県南関町	男	64	トラックの整備作業中 倉庫	倉庫内	783
157	2008/7/14	愛知県名古屋市長	男	50	家屋解体現場	工事現場	613
158	2008/7/27	山口県山口市	女	86	畑	中1 農作業	167-1
159		愛知県西春市	男	12	部活動中(卓球)	中2 体育館	705
160		京都府	男	18	ゴルフ部練習	ゴルフ場	361-17