

図 14 夏に水温が高い

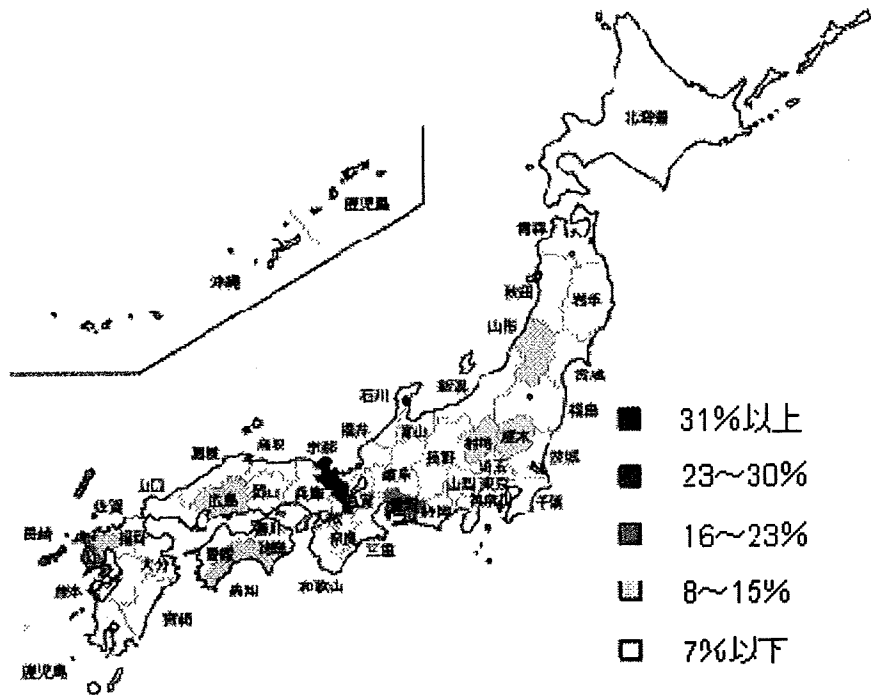


図 15 赤錆などの着色がある

設問 5) 児童たちは学校で蛇口からの水道水を飲むほうが望ましいでしょうか。もし望ましいとお考えの場合、そのためにはどのような活動が必要だと思われますか。

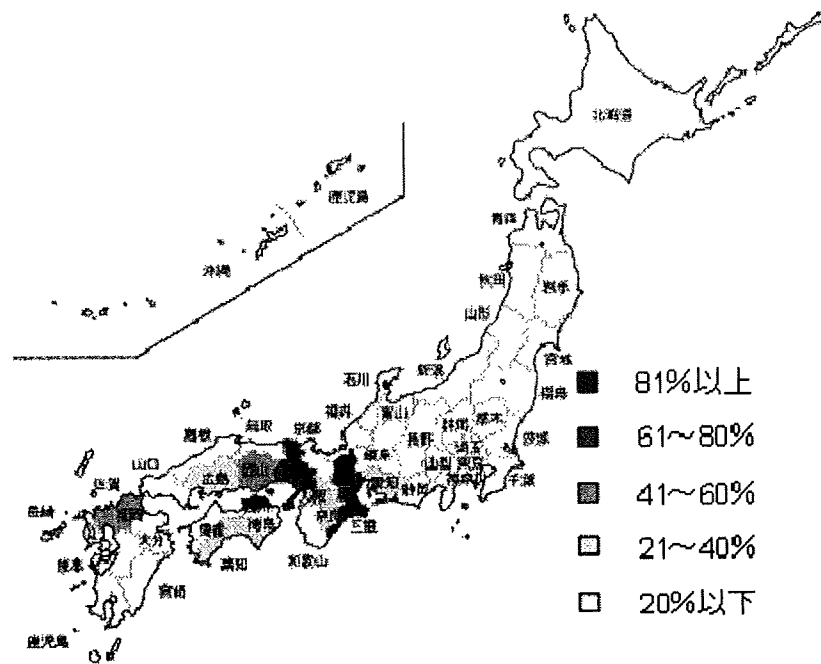


図 16 特段水道水を飲む必要はない

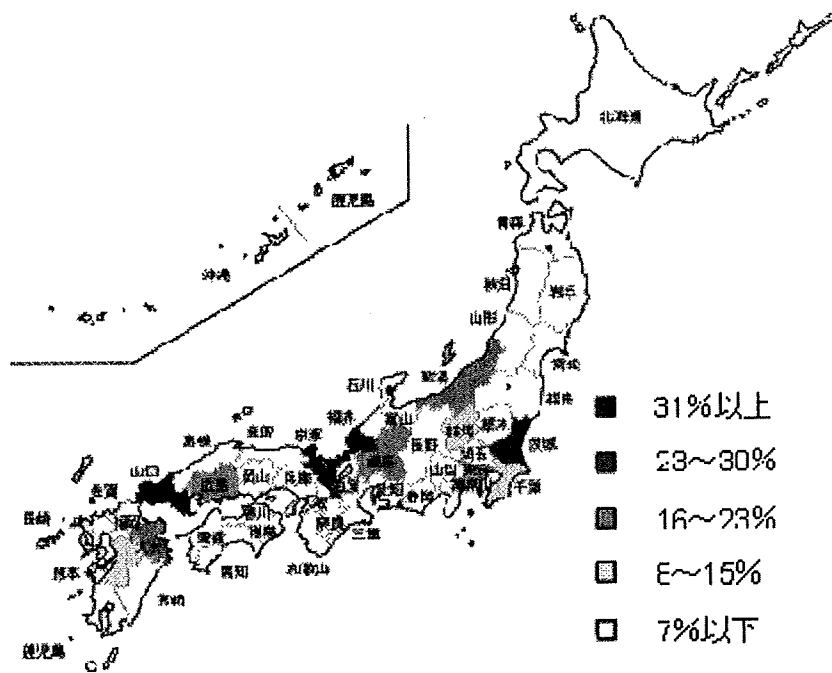


図 17 水道局がもっと水道水の PR 活動をする

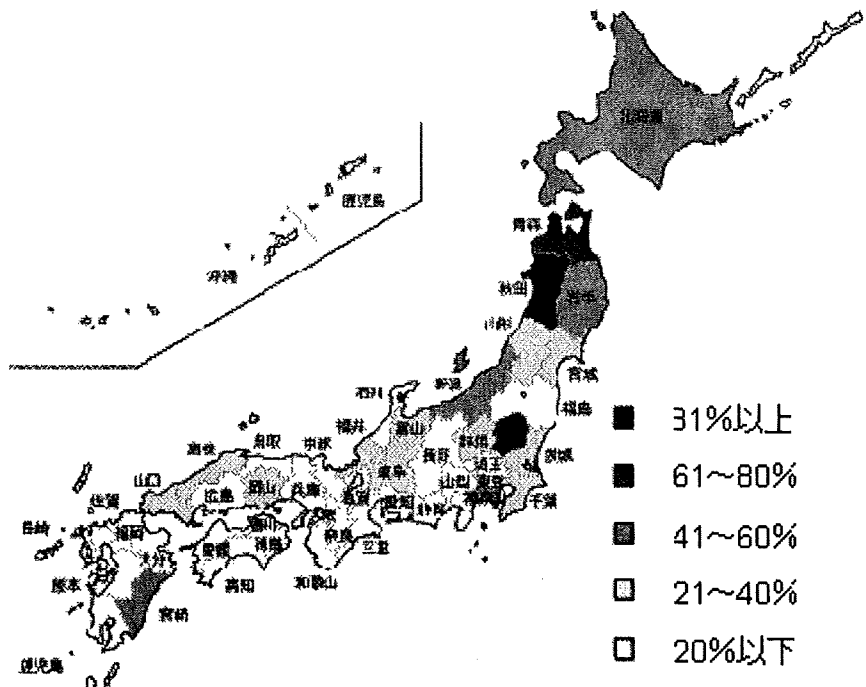


図 18 蛇口からの水道水の水質を良くする

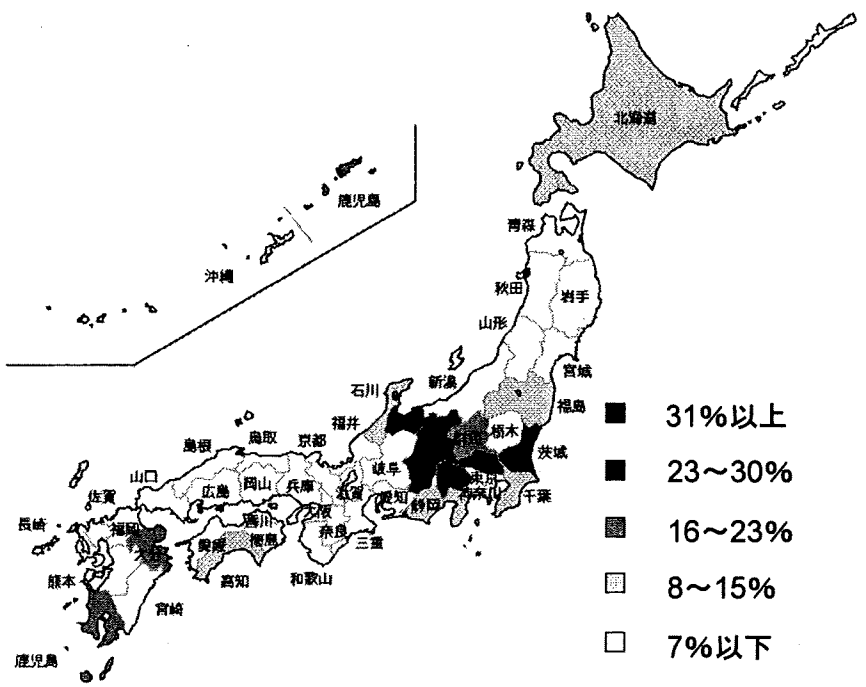


図 19 学校で水道の大切さなどをもっと教育する

図 16 から図 19 は設問 5「今後水道水を飲む必要はあるか」の回答を都道府県ごとに集計し、全国分布に示したものである。図 16「特段、水道水を飲む必要はない」は関西地方に集中しており、設問 1 の水筒率、設問 2 の水筒持参への指導と関連する結果となった。図 17「蛇口からの水道水の水質を良くする」は東北地方や北海道で回答が多く、図 3. 19「学校で水道の大切さなどをもっと教育する」は関東地方で回答が多かった。

1. 3 クロス集計

以下のクロス集計は水道水で給水している小学校と水筒で給水している小学校の児童や教職員の意識の違い(割合)を調べるために、x 軸には各設問、y 軸には設問 1 の水筒や水道水をとった。

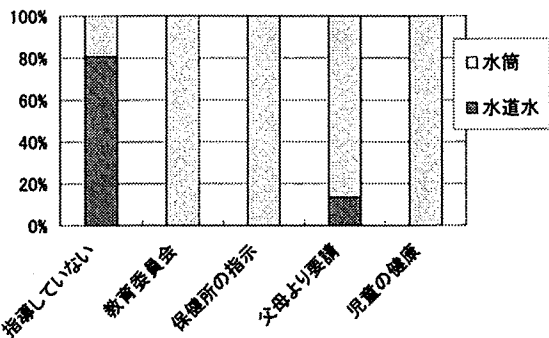


図 20 水筒持参への指導の割合(水道水と水筒)

図 20 は設問 1 と設問 2 のクロス集計結果である。この図から水道水で給水している小学校は水筒持参を指導していることは少なく、水筒で給水している小学校は様々な指導を受けていることがわかる。また、このグラフから設問 1 の回答が設問 2 に反映されていることがわかる。

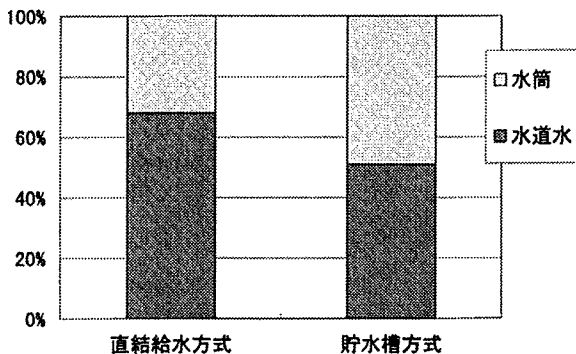


図 21 給水方式の違いによる給水手段の割合(水道水と水筒)

図 21 は設問 1 と設問 3 のクロス集計の結果である。この図から貯水槽方式より直結給水方式の

方が水道水の利用が多いことがわかる。これは直結給水方式により、冷たくおいしい水が供給されているためだと考えられる。

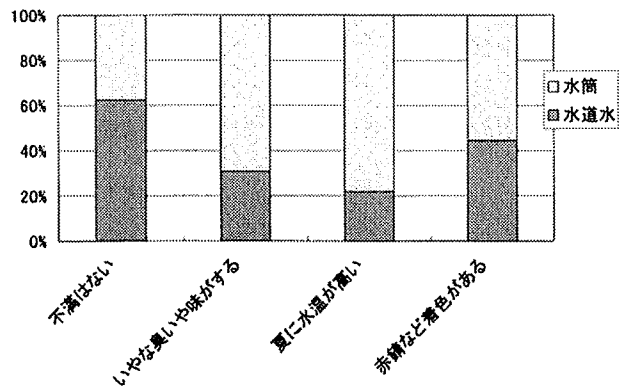


図 22 水道水への不満の割合(水道水と水筒)

図 22 は設問 1 と設問 4 のクロス集計の結果である。この図から水道水で給水している小学校より、水筒で給水している小学校の方が水道水に対する不満が多いことがわかる。その中でも夏に水温が高いという理由が多く、これは夏場に貯水槽の水が温められたためだと推定される。

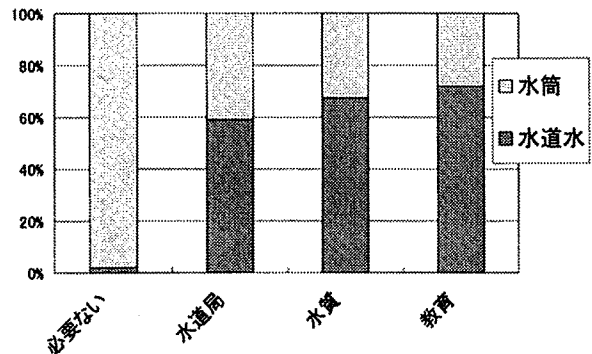


図 23 水道水を今後も飲む必要はあるか。必要があると考えている場合、どのような活動が必要か(水道水と水筒)

図 23 は設問 1 と設問 5 のクロス集計の結果である。この図から水筒で給水している小学校のほとんどが特段水道水を飲む必要はないと考えている。また、水筒で給水している小学校は水道水を飲むための活動をあまり望んでいないことがわかる。

以下のクロス集計は設問 3 の直結式と貯水槽式を各設問での比率を調べるためのものである。

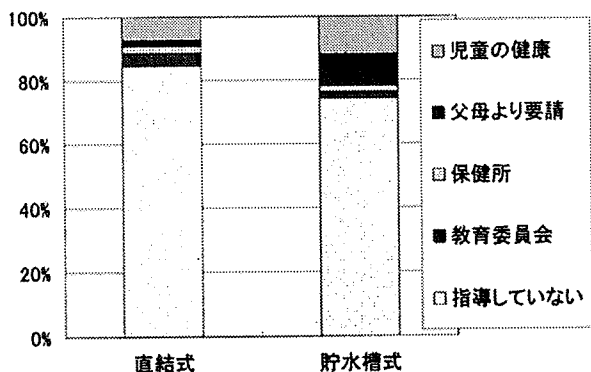


図 24 給水方式の違いによる水筒持参への指導の割合

図 24 は設問 2 と設問 3 のクロス集計の結果である。この図から貯水槽式の小学校の方が水筒への指導が行われていることがわかる。その中でも、「児童の健康を考慮する」や「父母より要請があるため」という割合が多い。

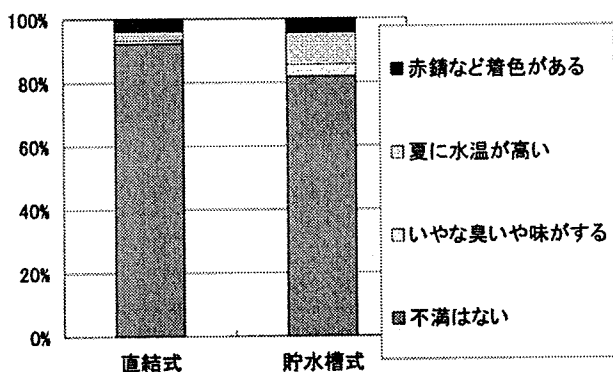


図 25 給水方式の違いによる水道水への不満

図 25 は設問 3 と設問 4 のクロス集計の結果である。この図から貯水槽式の小学校の方が水道水に対する不満が多いことがわかる。その中でも特に「夏に水温が高い」と回答している割合が多い。

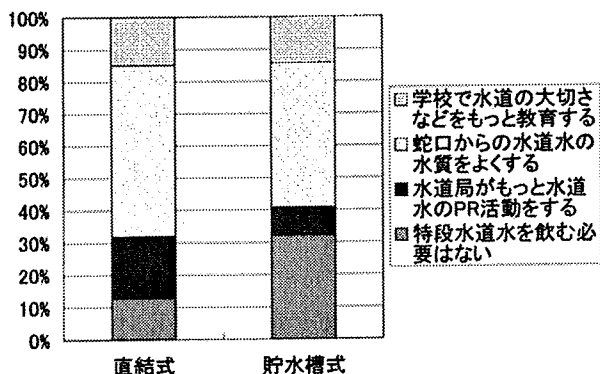


図 26 給水方式の違いによる今後水道水を飲む必要があるか。またある場合に必要だと考える活動が必要か。

図 26 は設問 3 と設問 5 のクロス集計の結果である。この図から貯水槽式の小学校の方が今後水道水を飲む必要がないと考えていることがわか

る。

以下のクロス集計は水筒率と各設問の項目を比較したものを都道府県ごとに集計して散布図に示したものである。

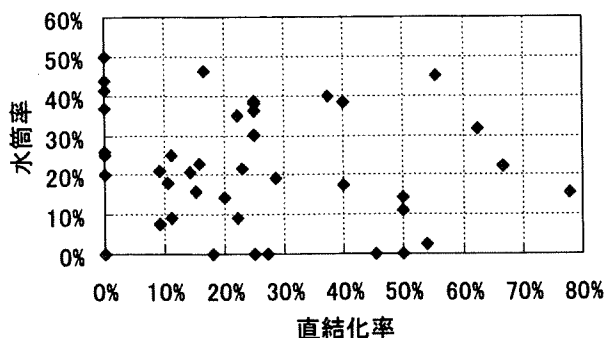
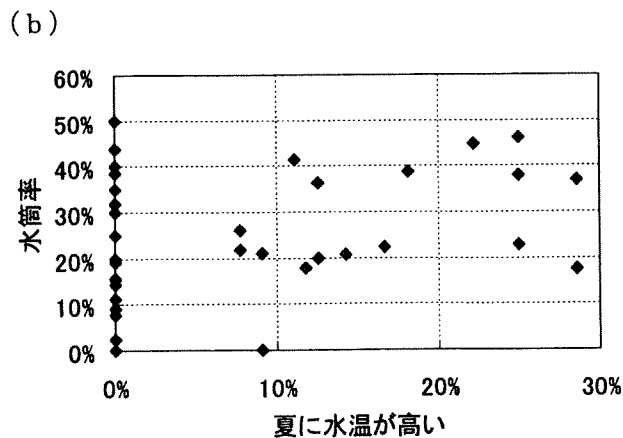
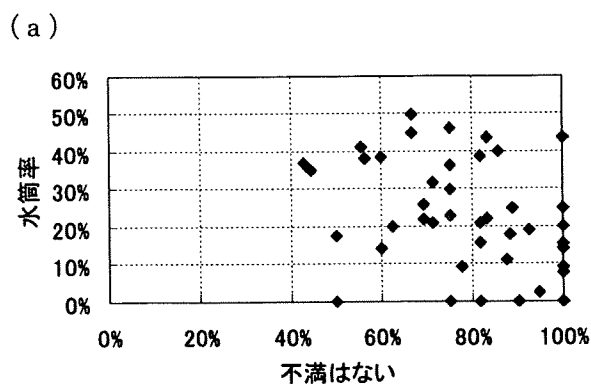


図 27 直結化率と水筒率



(c)

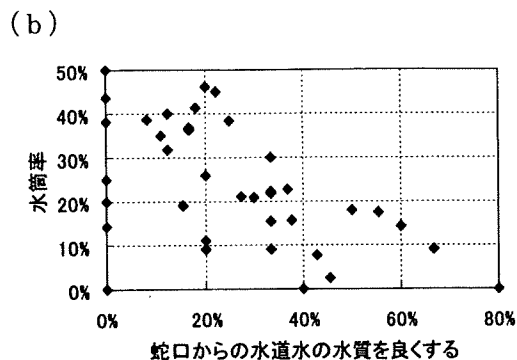
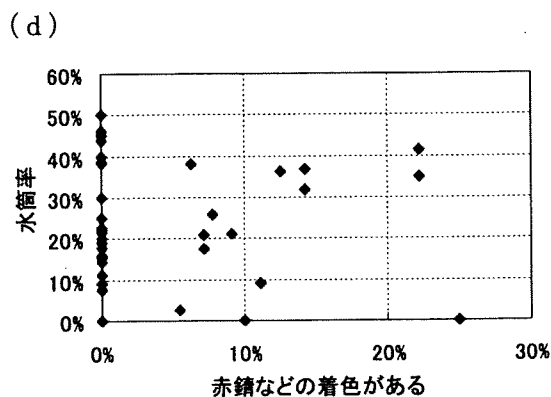
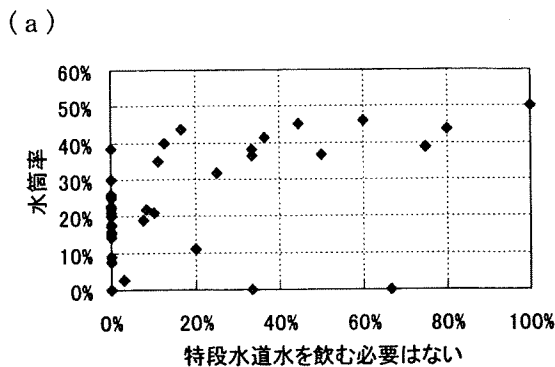
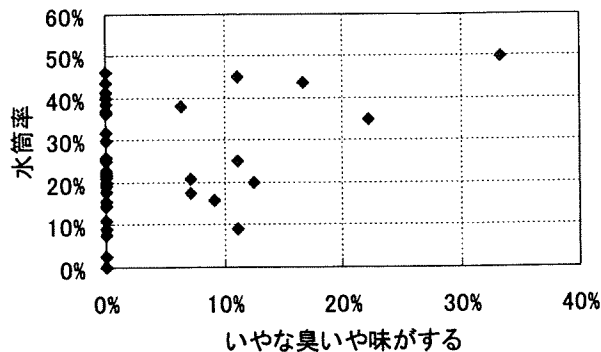


図 28 水筒率と水道水に対する不満の関係(a: 不満はない, b: 夏に水温が高い, c: いやな臭いや味がする, d: 赤錆などの着色がある)

図 29 水筒率と今後水道水を飲む必要があるか、ある場合そのために必要な活動の関係 (a: 特段水道水を飲む必要はない, b: 蛇口からの水道水の水質を良くする)

図 27 は設問 1「水筒」と設問 3「直結式」を選択した小学校を都道府県ごとに集計し、散布図に示したものである。関係性があるとは言えないが、直結化率が低く、水筒率が高いポイントは給水方式が多少水筒持参に影響しているのではないかと考えられる。

1. 4 創立年との関係

図 28 は設問 1「水筒」と設問 4 のクロス集計の結果を都道府県ごとにまとめ、散布図に示したものである。(a)は水筒率が上がると、不満も上がる傾向が多少見られ、水道水に対する不満が水筒率に少しは影響しているのではないかと考えられる。また、(b)、(c)、(d)は多少右上がりの傾向があり、このような不満が水筒持参に影響を与えていることが考えられる。

第 1 回アンケートで回答があった東京都と神奈川県の小学校の創立年または最新改修年を調べ、それが水筒持参率などに影響しているのか調査した。

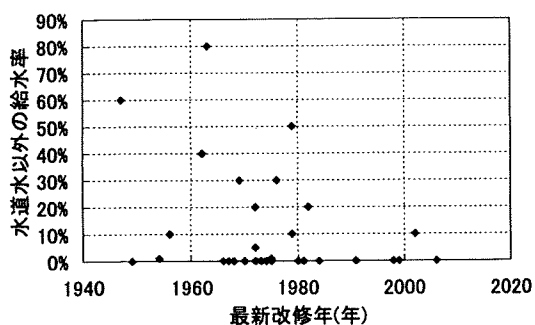


図 29 は設問 1「水筒」と設問 5 のクロス集計の結果を都道府県ごとにまとめ、散布図に示したものである。(a)はやや右上がりの傾向があり、水筒率が高い小学校ほど、今後水道水を飲む必要がないと考えていることがわかる。(b)は右下がりの傾向があり、水筒率が高い小学校ほど蛇口からの水道水の水質を良くする活動は必要ないと考えている傾向がある。

図 30 小学校創立年と水道水以外の給水率の関係

図 3.30 から創立年(最新改修年)が古くなると、水道水以外の給水率が高くなる傾向がみられる。また、2000 年以降に創立された 2 校は直結式であり、その他は貯水槽または直結式、貯水槽式の両方での運用となっている。また古い貯水槽の小学校は夏に水温が高いなど、水道水に対する不満もあった。

2. 第2回アンケート

1384 事業者中 940 事業者から返答があり、回答率は約 68%であった。また各事業者の対象小学校の合計は 15305 校であった。

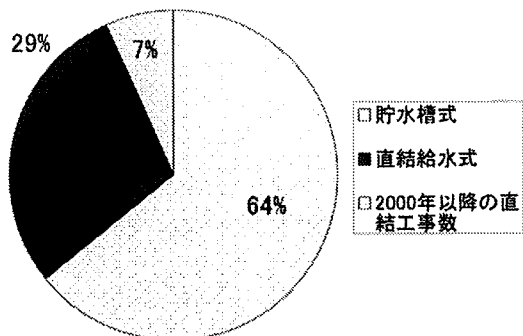


図 31 全国の小学校の給水方式

図 31 は全国の水道事業者 940 ヶ所の対象小学校 15,305 校の給水方式を円グラフに示したものである。15,305 校のうち 64% (約 10,000 校) は貯水槽式で、36% (約 5,500 校) が直結給水式で、その中でも 2000 年以降に直結化した小学校は 7% (約 1,000 校) であった。

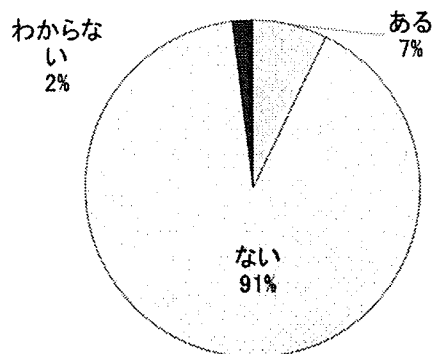


図 32 今後、直結給水にする予定はあるか

図 32 は今後、直結給水式にする予定はあるかという設問に対する回答を円グラフに示したものである。ほとんどの事業者がないと回答している。理由としては、予算の関係や、災害時に避難所に指定されている地域があるためだと考えられる。

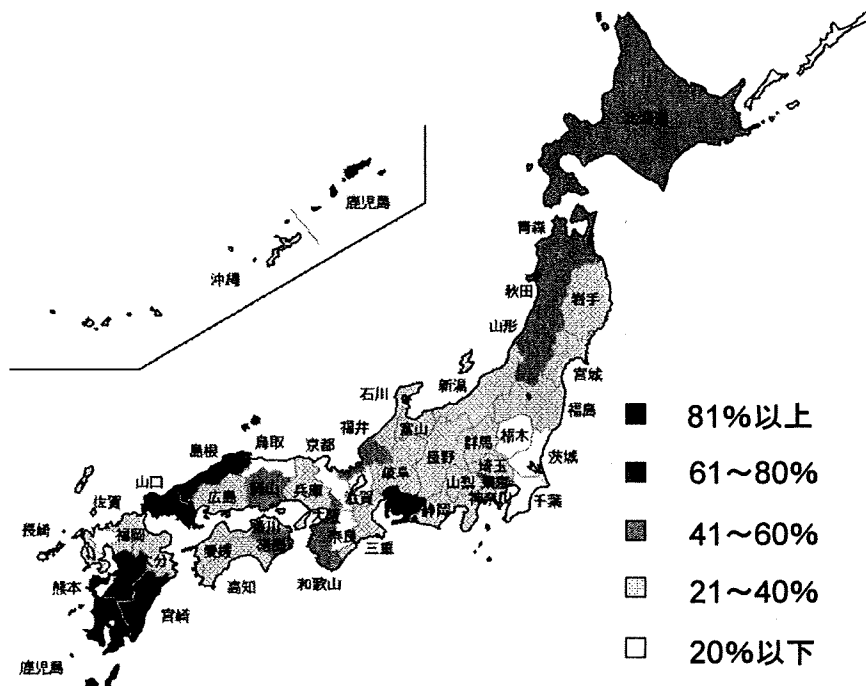


図 33 全国の直結化率

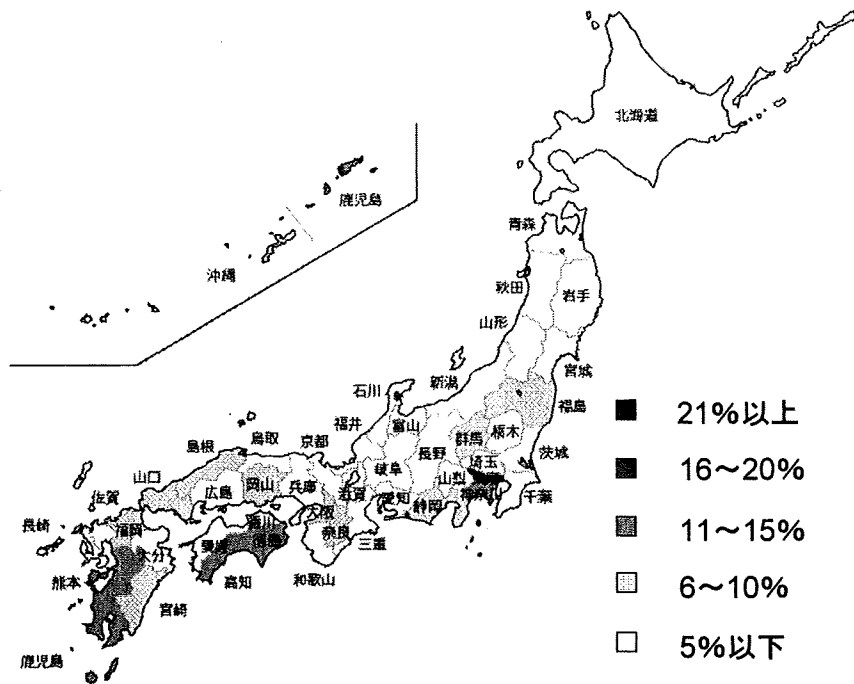


図 3.34 2000 年以降の直結化率

図 33 は直結化率を都道府県ごとに集計し、全国分布に示したものである。この図からは特定の都道府県で直結化率が高いことがわかる。特に高いのは愛知県、山口県、鹿児島県で 80%を越えている。これらの都道府県は小学校創立当初から直結式で運用していたと考えられる。

図 34 は 2000 年以降の直結化率を全国分布に示したものである。この図からは東京都、神奈川県、徳島県、高知県、熊本県、鹿児島県で近年の直結化率が高いことがわかる。しかし、都道府県によって小学校の数が違うので、近年の直結化の現状が不透明である。そこで次表に 2000 年以降の直結化数が多い都道府県を示す。

表 1 2000 年以降直結化数 上位 4 県

	都道府県	小学校数	直結化数	2000 年以降直結化数
1	東京都	1,262	537	354
2	神奈川県	754	172	92
3	大阪府	920	460	51
4	福岡県	479	126	49

この表から近年の直結化は大都市で行われていることがわかる。その中でも東京都は 354 校と圧倒的に多い。これは 2 章で説明したが、東京都水道局による「小学校の直結化モデル事業」が影響している。また神奈川県も 92 校と多いが、これは近年横浜市が直結化を進めており、2000 年以降で 69 校の直結化を行っている。今年度も 29 校の直結化を行う予定である。

D. 考察

水道水の水質が水筒持参に影響しているかを把握するため、以下の水質項目を平成 19 年水道水質データベースからデータを抽出し、比較した。

表 2：調査水質項目

No.	項目	基準値	備考
1	ジェオスミン	0.00001mg/L以下	カビ臭
2	有機物(TOCの量)	3mg/L以下	味
3	残留塩素	1mg/L以下	臭気
4	アンモニア態窒素	-	-

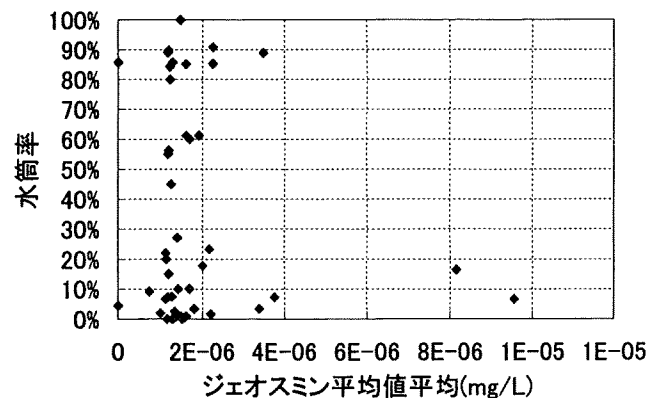


図 35 ジェオスミン平均値平均と水筒率の関係

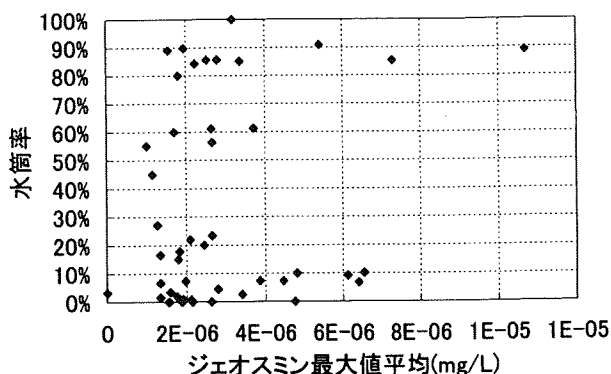


図 36 ジェオスミン最大値平均と水筒率の関係

図 35 と図 36 は各水道事業体の原水水質を都道府県ごとで集計し、第 1 回アンケートの水筒率を都道府県ごと集計したものと比較し、ジェオスミンが水筒持参に影響しているか散布図により調査したものである。原水水質で平均値・最大値ともにほぼ基準値を下回っているため、ジェオスミンが水筒持参にはあまり影響していないと考えられる。ただ図 36 より、ジェオスミンの最大値の平均の値が高く、水筒率が高い都道府県があるので、このような都道府県は多少ジェオスミンの影響が考えられる可能性がある。

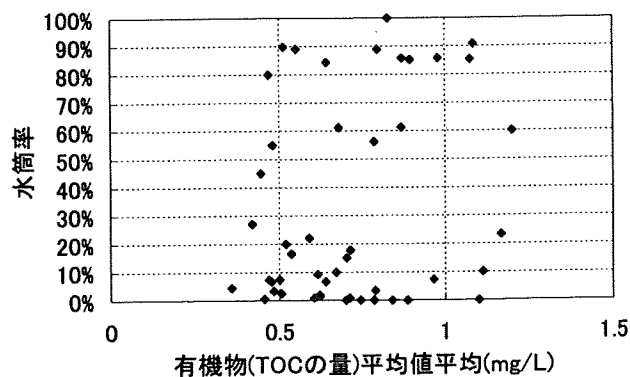


図 37 有機物(TOCの量)平均値平均と水筒率の関係

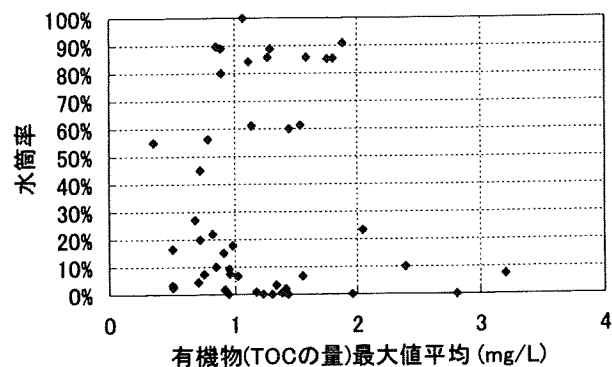


図 38 有機物(TOCの量)最大値平均と水筒率の関係

図 37 と図 38 は各水道事業体の原水水質を都道

府県ごとで集計し、第 1 回アンケートの水筒率を都道府県ごと集計したものと比較し、有機物(TOCの量)に影響しているかを散布図により調査したものである。有機物(TOCの量)もジェオスミン同様に、平均値・最大値ともに基準値を下回る結果となり、水筒持参に影響が出ているとは言えない。

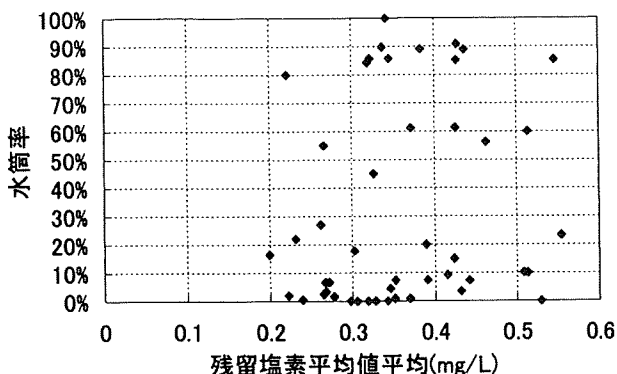


図 39 残留塩素平均値平均と水筒率の関係

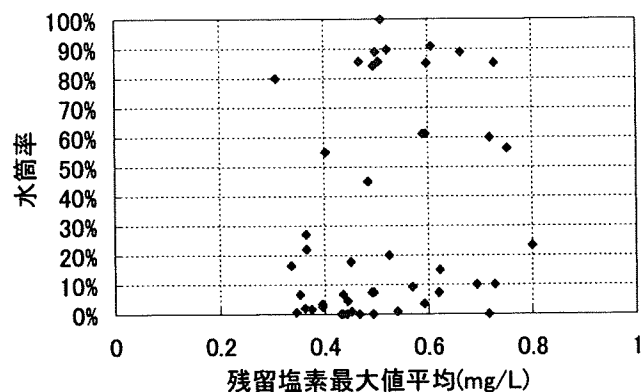


図 40 残留塩素最大値平均と水筒率の関係

図 39 と図 40 は各水道事業体の給水栓水質を都道府県ごとで集計し、第 1 回アンケートの水筒率を都道府県ごと集計したものと比較し、残留塩素に影響しているかを散布図により調査したものである。残留塩素も上記の物質と同様に、基準値を下回る結果となっており、残留塩素が水筒持参にはあまり影響していないと考えられる。美味し水研究会の 0.4mg/L 以下の設定だと、最大値の平均は設定を多く超えているので、地域によっては残留塩素が最適な状態とは言えない。

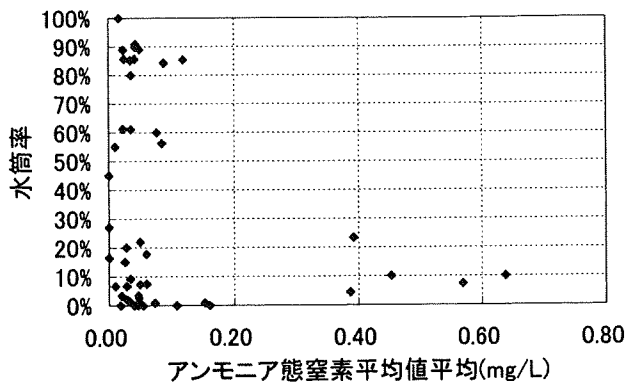


図 41 アンモニア態窒素平均値平均と水筒率の関係

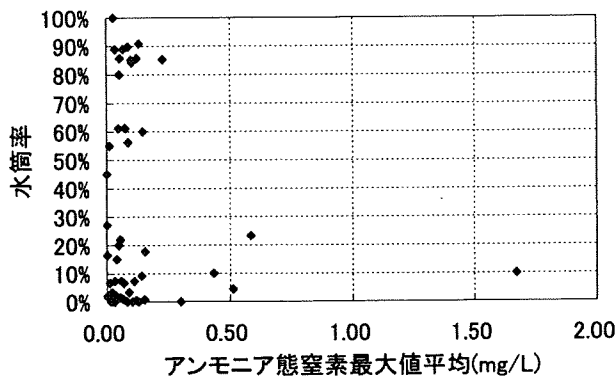


図 42 アンモニア態窒素最大値平均と水筒率の関係

図 41 図 42 は、各水道事業体の原水水質を都道府県ごとで集計し、第 1 回アンケートの水筒率を都道府県ごとに集計したものと比較し、アンモニア態窒素に影響しているかを散布図により調査したものである。アンモニア態窒素も水筒率に影響があるとはいえない。しかし、一部の都道府県ではアンモニア態窒素が高いところがあった。

E. 結論

本研究では、小学校の水道水の直結化の状況とそれに伴う児童の心理の変化を把握することを目的に調査した。

アンケート調査では小学校における水道水使用の実態や指導・教育また、不満などについて調査した結果、回答があった小学校の約 3 割が水道水以外で給水していることがわかった。しかし、この回答に児童数を反映させることで回答があった小学校の児童の約 9 割が水道水で給水していた。また、水筒で給水している小学校は水道水で給水している小学校と比較すると、水道水に対する不満の割合が多いことがわかった。しかし、水筒で給水している小学校は、今後特段水道水を飲む必要はないと考えている小学校が大半である結果となった。

関西地方での水筒持参率が高く、水筒持参へのさまざまな教育が行われていることがわかった。

また、関西地方では今後特段水道水を飲む必要はないと回答した都道府県が他の地方より多い結果となった。その他、東北地方は蛇口からの水質の改善を望む都道府県が多く、関東地方は学校で水道水の大切さなどを教育すると回答した都道府県が多かった。

水筒率との関係を散布図で示した結果、水道水に対する不満が多いほど水筒率が上がる傾向があり、「夏に水温が高い」「いやな臭いや味がする」「赤錆など着色がある」と水道水に不満があると水筒率が多少上がる傾向がみられた。また、貯水槽式の小学校は直結給水方式の小学校に比べ、水筒を持参するよう指導を受けており、水道水に対する不満も多い結果となった。これらの結果から直結化の必要性はあると考えられる。ただ、水筒率が高い都道府県ほど蛇口からの水道水の水質の改善を望んでいないので、水筒で給水している小学校は水筒での給水で満足している可能性がある。

また、アンケートで回答があった東京都と神奈川県の子学校の創立年を調査し、水道水以外の給水率で比較したところ、古い貯水槽式の子学校ほど水道水以外の給水率が高い傾向が少しみられ、小学校の給水設備の経過年数が水筒持参などに影響していると考えられる。

全国の子学校の直結化の状況を調査した結果、36%が直結給水式で給水していることがわかった。しかし 2000 年以降に行われた直結化はこの内わずか 7%で、直結給水式の子学校のほとんどが創立当時から直結給水式で給水している可能性が高い。近年の直結化は東京都や横浜市など一部の都道府県や市町村で行われており、地域差が鮮明である。地域によって小学校は災害時に避難所指定になっているところがあり、直結化が行えない原因となっている。このような地域は、蛇口や給食室など直接飲用するところを直結給水で、トイレなど雑用水は貯水槽式で給水することが最適だと考える。

有機物や残留塩素など水道水の味や臭いを左右する物質と水筒率の関係を調査した結果、原水水質の最大値の平均でもほぼ基準値を下回り、傾向もあまりなかったので水質が水筒率の高さに影響しているとは考えにくい。

参考文献

- 1) 東京都水道局 HP
<http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/>
- 2) 横浜市水道局 HP
<http://www.city.yokohama.jp/me/suidou/>
- 3) 日本水道協会 HP
<http://www.jwwa.or.jp/>
(水道水質データベース
<http://www.jwwa.or.jp/mizu/>)

- 4) 小縄桜子 「小学校の給水設備の実態調査」
平成 20 年度武蔵工業大学工学部卒業論文
- 5) 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 月号 日本工業出版株式会社発行 P65～69
- 6) 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
- 7) 全国学校総覧 2004 年度版 編者:全国学校データ研究所 出版:原書房 2003 年 12 月 31 日 発行
- 8) 全国学校総覧 2010 年度版 編者:全国学校データ研究所 出版:原書房 2009 年 12 月 10 日 発行
- 9) 「すぐわかる EXCEL によるアンケート調査・集計・解析 第 2 版」 著者:内田 治 出版:東京図書 1997 年 5 月 26 日 第 1 版第 1 刷発行
- 10) 日本ミネラルウォーター協会 HP
<http://minekyo.net/>
- 11) 名古屋市上下水道局資料

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

長岡 裕、藤野雄太:小学校における水道水飲用と水筒持参傾向への影響因子の調査、第 61 回全国水道研究発表会、2010

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

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

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

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
	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

水分の摂取不足に伴う健康障害・事故に関する研究として、中高年の運動・スポーツ、温泉・入浴と関連して発生した水分不足が要因の一つとみなされる事例についての文献調査を行った。具体的には、「中高年」「運動・スポーツ」「脱水」「温泉・入浴」「死亡」等をキーワードに、新聞記事を検索した。

該当する新聞記事を215件収集することができ、発生要因を(1)個の要因(2)方法の要因(3)環境の要因(4)指導・管理の要因に分類して共通の課題と個別的課題を抽出したところ、無知と無理がこれらの死亡事故発生の背景にあり、一層の教育・啓発が必要と考えられた。

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、その摂取不足は健康障害・事故をきたし、時に生命をも奪う。中高年の運動・スポーツ及び温泉・入浴に伴う死亡事故は、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

新聞記事が検索できるデータベースを使用して、A. 中高年、運動・スポーツ、死亡、脱水等 B. 中高年、温泉・入浴、死亡、脱水等をキーワードに検索し、A. については、215件を収集し、B. については、水分不足を関連づける記事を収集・整理した。

代表的事例を所定の形式に即して整理すると共に、発生要因を(1)個の要因 (A.

運動・スポーツを行う者、B. 温泉・入浴を行う者の身体的、精神・心理的要因) (2) 方法の要因 (A. 運動・スポーツの方法、B. 温泉・入浴の方法) (3) 環境の要因 (自然環境、人工環境、社会環境) (4) 指導・管理の要因 (A. 運動・スポーツの指導・管理方法、B. 温泉・浴場の管理・運営方法、管理・運営者の資質・知識等) に分類して、関連する医学文献も収集、参照しつつ、共通的課題、個別的課題を抽出すると共に、それぞれの予防対策等について検討した。

C. D. 研究結果・考察

代表的で鮮烈な事例の抽出と整理を行ったところ、

—事例A (運動・スポーツ) 47歳男性がスカッシュ中に心室細動で死亡。発汗による水分喪失。

—事例B (運動・スポーツ) 53歳男性が登山中に急性心不全で死亡。飲酒・利尿による水分喪失。

—事例C (温泉・入浴) 38歳・27歳男性が心臓発作で死亡、49歳男性がやけど・脱水で重体。等、中高年の運動・スポーツ、温泉・入浴に伴う死亡事故では、発汗、水分の摂取不足、飲酒が強く影響していると考えられた。

また、発生要因を分類して、共通的課題、個別的課題を抽出し、それらの予防対策を検討したものを表1. 2に整理した。

いずれの場合も中高年の運動・スポーツ温泉・入浴中の重大事故は、発汗と飲酒及びそれに伴う利尿による水分喪失と水分摂取の不足が強く関与していることが示唆された。したがって、運動・スポーツ時の水

分摂取の徹底、飲酒後の運動・スポーツの抑止、飲酒後の温泉入浴の抑止等について、社会への教育啓発を一層強くすることが必要と考えられた。

E. 結論

運動・スポーツ及び温泉・入浴に関連して発生した中高年の死亡事故は、発汗並びに運動・スポーツ前後や温泉・入浴前後の飲酒及びそれに伴う利尿による水分喪失と水分摂取の不足が強く関与していることが示唆された。したがって、特に飲酒後の運動・スポーツの抑止、温泉・入浴の抑止、運動・スポーツ時の水分摂取の徹底、水分摂取しやすい環境整備等について、社会への教育啓発を一層強くすることが必要と考えられた。

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

表1. 中高年の運動・スポーツ中の水分不足と関連するとみなされる重大事故の発生要因と予防対策

	発生要因	予防対策
1. 個の要因	<ul style="list-style-type: none"> ・体調不良・睡眠不足 ・既往歴(持病) ・水分補給の重要性の認識の欠如 ・加齢による温度感覚の鈍化 ・自身の体力の過信 ・飲酒に伴う水分喪失**についての知識欠如 	<ul style="list-style-type: none"> ・水分摂取の重要性の認識を高める ・自身の健康状態、体力を過信しない ・自身の温度感覚の衰えを意識すること ・飲酒に伴う水分喪失についての教育・啓発
2. 方法の要因 (運動・スポーツの方法)	<ul style="list-style-type: none"> ・体力に見合わない過度の運動 ・水分補給の不足 ・飲酒後の運動・スポーツ 	<ul style="list-style-type: none"> ・年齢・体力に応じた無理のない運動・スポーツの実践 ・1人での運動・スポーツを避ける ・運動・スポーツ前・中・後の水分補給 ・飲酒後の運動・スポーツを抑止
3. 環境の要因 (自然環境、人工環境)	<ul style="list-style-type: none"> ・暑さ(気温) ・温度の変化(特に登山中) 	<ul style="list-style-type: none"> ・高温・低温度環境での水分喪失への認識を高める ・水分補給の重要性の教育・啓発 ・暑熱時の運動の抑止
4. 指導・管理の要因	<ul style="list-style-type: none"> ・スポーツ大会運営側及びスポーツ・フィットネス施設管理者側の水分不足に伴う重大事故発生への認識の欠如 ・冷水器、飲料の自動販売機等の未設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・スポーツ関係者への水分補給の重要性の教育・啓発 ・スポーツ大会場及びスポーツ・フィットネス施設内の水分補給の場の提供

表2. 中高年の温泉入浴中の水分不足と関連するとみなされる重大事故の発生要因と予防対策

	発生要因	予防対策
1. 個の要因	<ul style="list-style-type: none"> ・体調不良・睡眠不足 ・既往歴(持病) ・温泉入浴に伴う水分喪失**の知識の欠如 ・水分補給の重要性の認識の欠如 ・加齢による温度感覚の鈍化 ・飲酒に伴う水分喪失*についての知識の欠如 	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉・入浴に伴う水分喪失を認識すること ・水分摂取の重要性の認識を高める ・自身の健康状態、温度感覚の衰えを意識すること ・飲酒に伴う水分喪失についての教育・啓発
2. 方法の要因 (温泉・入浴の方法)	<ul style="list-style-type: none"> ・飲酒後の温泉入浴 ・温泉入浴前後の水分補給の不足 ・長時間頻回の温泉入浴 	<ul style="list-style-type: none"> ・飲酒後の温泉入浴の抑止 ・温泉入浴前の水分摂取の励行 ・長時間頻回の温泉入浴の抑止
3. 環境の要因 (自然環境、人工環境)	<ul style="list-style-type: none"> ・高温の湯(42℃以上) ・脱衣場と浴室との急激な温度変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・高温の湯への入浴の抑止 ・脱衣場と浴室との温度差を軽減できる設備の充実
4. 指導・管理の要因	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉、浴場管理者、一般家庭における温泉と入浴に伴う水分喪失への認識の不足 ・温泉、浴場施設内の冷水器、飲料自動販売機の未設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉、入浴に伴う水分喪失への認識を高める教育・啓発 ・冷水器、飲料自動販売機の設置

* ビールを1000ml飲むと尿は1100ml出て、100ml分脱水状態になる(川原文次「患者指導のための水と健康ハンドブック」科学的な飲水から水中運 pp35-36, 武藤芳照他編、日本医事新報社、2006)

** * 入浴(40℃、10分 全身浴)時に発汗によって、水分約500mlが喪失するとされている (群馬大学名誉教授 白倉卓夫「温泉で注意したいこと」、NPO法人 健康と温泉フォーラム)

分担研究報告書

水中運動の非ランダム化比較試験のシステマティック・レビュー：

エビデンスの包括整理と質評価

分担研究者 上岡 洋晴 東京農業大学地域環境科学部教養分野 准教授

研究要旨

本研究は、水中運動による治療効果について、非ランダム化比較試験（nRCT）のシステマティック・レビュー（SR）を行い、エビデンスの整理と、それぞれの研究の質を評価することを目的とした。

研究デザインは、nRCT 限定とした。キーワードは「aquatic exercise」「water exercise」「水中運動」で、会議録や報告書は除外した。使用データベースは、「PubMed」「CINAHL」「Web of Science」「医学中央雑誌」を用いた。出版の時期は 2000 年以降で、言語は無制限とした。1 研究において複数の発表がある場合には、新しい方の報告を採用した。対象疾患は、無制限とした。検索日は、2009 年 7 月 10-20 日で、検索者は医学研究に熟練したサッチャー資格を有する司書 2 名であった。論文採否の審査者は、研究者 2 名が独立して実施した。論文(SR)の質評価として、TREND 声明チェックリストと CLEAR-NPT チェックリストを用いた。

最終的に適格基準に合致したのは 21 編（英語 9 編、日本語 11 編、韓国語 1 編）であった。対象疾患は、膝および股関節の変形性関節症（3 編）、慢性腎疾患（1 編）、妊娠期の愁訴（1 編）、心疾患（1 編）、肩腱板断裂（1 編）、ポリオ（1 編）であり、その他の 13 編は特定の疾患ではない、いわゆる健常者の健康増進効果をみる研究であった。すべての研究は、少なくとも 1 つ以上の主要あるいは副次的アウトカムの有意な効果を示していた。しかし、TREND 声明チェックリストと CLEAR-NPT チェックリストでの質評価を行ったところ、全体的に記入漏れや実施していない事項が多かった。さらに、異質性の問題があり、メタ分析を行うことができなかった。

本研究は、水中運動の nRCT に関して、方法的質の問題があることから、介入効果のエビデンスを示すことができなかったが、研究の質を高めるための重点項目と介入の実施可能性の重要性を示すことができた。

A. 研究目的

人を対象として治療や健康増進効果をみる疫学研究においては、エビデンス・グレーディングの考え方があり、ランダム化比較試験（RCT）のメタ分析を含むシステマティック・レビュー（SR）が最も高いことが知られている。

著者ら¹は、水曝露による介入（水中運動と温泉入浴）に関する RCT の SR²⁻⁴を要約するレビューを報告している。その中で、まず Bartels

ら²は、水中運動は変形性股関節症や変形性膝関節症の患者において、短期間の除痛効果があることを報告している。Hall ら³は、神経・筋疾患の患者に対して、水中運動は治療なしと比較して除痛効果があることを示している。Pittler ら⁴は、水中運動は、腰痛患者において効果があるかもしれないことを報告している。

しかし、こうした RCT の SR では、予想に反し、主要な目的・アウトカムとして呼吸循環機

能の向上や、うつなどの精神心理面への効果に関する報告はなかった。RCT 自体が実施が難しいことや、倫理面の問題があって行うことが困難だが、非ランダム化比較試験 (nRCT) の方が実施しやすいと考えられる。また、水中運動に関する RCT の多くは運動器疾患を対象としているが、nRCT からの SR はこれまでのところ行われていない。

そこで本研究は、nRCT デザインの論文を対象として、水中運動による様々な疾患の治療効果のエビデンスを要約するとともに、論文の質を評価することを目的とした。

B. 研究方法

1. 適格基準

1) 研究デザイン

水中運動に関する nRCT 限定とした。

2) 参加者の特性

参加者については、制限を設けず、疾病の有無を問わなかった。

3) 介入及び言語の種類

介入群のいずれかに、水中運動が含まれる研究を対象とした。プールで行われるすべての種類の運動 (例えば、関節可動域を広げる運動や有酸素性運動、筋力増強運動、あるいは浸水だけなど) が含まれた。言語は、無制限とした。

2. 論文の検索方法

1) データベース

英文では、「PubMed」、「CINAHL」、「Web of Science」、和文では「医学中央雑誌」を用い、それぞれ 2000 年から 2009 年 7 月 20 日まで出版された論文とした。すべての検索作業は、臨床研究や疫学研究に熟練し、サーチャー資格を有する図書館司書 2 名が実施した。

2) 検索ストラテジー

以下の検索テーブルにより実施した。

I

Search "aquatic exercise" or "water exercise"

II

Search "water gymnastic" or "water aerobics" or "pool exercise" or "pool therapy" or "aerobic aquatics" or aquatics

III

Search "Exercise Therapy"[Mesh] and "Water"[Mesh]

IV

Search "water-based exercise"[All Fields] or "water-based training"[All Fields] or "aquatic therapy"[All Fields] or "Aquatic physical therapy"[All Fields] or "water training"[All Fields] or "water-gymnastics"[All Fields]

V

Search I or II or III or IV Limits: Publication Date from 2000/01/01 to 2009

VI

Search I or II or III or IV Limits: Publication Date from 2000/01/01 to 2009, Randomized Controlled Trial

VII

Search V not VI

3. ハンドサーチ

ハンドサーチ、水中運動を取り扱う研究機関、学会、専門家への問い合わせは行わなかった。また公表あるいは未公表のデータを特定するための著者への問い合わせも行わなかった。

4. レビューの方法

1) 論文の抽出方法

レビューのための研究を最終的に選択するために、最初にスクリーニングした論文のフルテキストに対して、2名の著者 (JK と NS など) によって独立して評価した (Figure 1)。不一致

や不明確な場合は、お互いに相談して解決した。

選んだ論文は次の条件に合致したものとした。(1)研究デザインがnRCTであること、(2)介入のひとつが、水中運動であること、であった。治療や健康増進の効果は、主要あるいは副次的アウトカムとして用いられた。除外した論文は、その理由とともに示した(付録参照)。

2)論文の質評価

2名の著者(MKとHKなど)が独立して論文の質を評価した。論文の十分な質評価は、nRCTを評価するために開発されたTRENDチェックリスト⁵と、薬以外の介入研究を評価するために開発されたCLEAR-NPTチェックリスト⁶を用いた。不一致や不明確な場合は、両者の相談によって解決した。

メタ分析の準備のために、対象疾患と各研究の主要アウトカムを調べたが、疾患の差異、対象者の性・年齢の差異、さらにアウトカムの差異があり、研究における異質性(heterogeneity)の問題があった。さらには、多くの研究はチェックリストによる質評価の結果、記入漏れや実施していない事項が多かった。コクランレビュー²では、質の低い論文は、メタ分析の対象に含めず、そのレビューのエビデンスとしての結果に反映されない。こうしたことから、メタ分析を行うことはできなかった。

3)研究の要約

8項目からなる1次研究の構造化抄録⁷として、1名の著者(HK)が要約を行った。

4)有害事象とドロップアウト

GRADEワーキンググループ⁸は、便益と害のバランス、応用性、ベースラインのリスクの確認は、推奨の強さの判断ですべて考慮されるべきことを報告している。有害事象やドロップアウト、介入のコストは、とくに研究者や臨床ガイドラインの利用者にとって重要な情報であり、それぞれの論文における記載の情報を示した。

C. 研究結果

1. 研究の特徴

データベースによる論文検索において、402の潜在的な論文が含まれていた(Figure 1)。これらの論文の抄録(タイトル)を吟味し、88編が最終的なスクリーニングをされた。67編が適格基準と合致していなかったために除外され、21編⁹⁻²⁹が、本研究の対象論文となった(Table 1)。

言語としては、英語9編、日本語11編、韓国語1編であった。対象疾患としては、変形性関節症(膝・股関節)が3編^{13,18,22}、慢性腎疾患が1編¹⁵、妊娠期の愁訴が1編²⁴、心疾患が1編²⁷、肩腱板断裂が1編²⁹、ポリオが1編⁹、であり、その他の論文^{10-12,14,16-17,19-21,23,25-26,28-29}は、特に疾患がなく健常な参加者を対象にした研究であった(Table 1)。

すべての研究において、主要あるいは副次的なアウトカムで、少なくとも1つ以上の有意な効果を示していた。

2. ドロップアウトと有害事象

7編^{9,18,22-23,26-28}にドロップアウトの記載があり、4編^{15,19,28,35}に有害事象の記載があった(Table 2)。有害事象の項目を記載していた4編中3編は、有害事象なしだった。1編²⁸は1件のプールサイドでの転倒を報告していたが、外傷の程度は示されていない。ほとんどの研究で、有害事象の記載がなかった。

3. 介入のコスト

参加者への交通費と記念品のプレゼント代金を記載した論文²⁷が1編あったが、これには介入の総額は記載されていない。

4. 論文の質評価

TREND チェックリストの 21 項目の細目も含めて、記載の有無を評価した (Table 3)。全体的に記載が少なかった。とくに 30%以下であった項目は、次の通りである。「介入の単位をどのように割り振りしたかについての情報 (23.8%)」、「サンプルサイズがどのように決められたか (23.8%)」、「研究状態への割付に用いた方法、制限の詳細を含む (19.0%)」、「非ランダム化による潜在的なバイアスを最小限にするために行った措置 (4.8%)」、「参加者、介入実施者、アウトカム評価者に対し、研究状態の割付がブラインド化されていたか (14.3%)」、「解析の単位が割付けの単位と異なる場合、これを説明するために用いた方法 (9.5%)」、「サブグループ解析や調整解析などの付加的な解析の手法 (9.5%)」、「欠損データへの対処法 (14.3%)」、「各段階における参加者の流れ (19.0%)」、「募集期間及び追跡期間を特定する日付 (14.3%)」、「脱落例と追跡例のベースラインでの比較を患者全体と各研究状態の患者ごとに示す (9.5%)」、「試験対象者と目標母集団のベースラインにおける比較 (4.8%)」、「intention-to-treat (ITT) 分析を行ったかを示し、ITT 分析ではない場合には脱落者の解析をどのように行ったかを記述 (9.5%)」、「主要・副次的アウトカムのそれぞれについて、各研究状態の結果を要約し、推定されたエフェクトサイズと精度を示す信頼区間を示す (9.5%)」、「介入がたどるべき経過として、事前に特定された因果経路について検証された場合にはその結果を記載する (14.3%)」、「サブグループ解析や制限解析など、実施されたその他の解析についての概略 (4.8%)」、「各研究状態におけるすべての重要な有害事象や、予期せぬ効果の概略 (19.0%)」であった。

他方、CLEAR-NPT チェックリストの結果を Table 4 に示した。介入方法の詳細については、

81%の記載状況であったが、その他の項目における実施は低かった。30%未満の実施項目は次の通りであった。「参加者に十分なブラインド化が図られたか (4.8%)」、「介入実施者に十分なブラインド化が図られたか (4.8%)」、「主要アウトカムを実施する評価者に十分なブラインド化がなされたか (9.5%)」、「主要アウトカムが ITT 理論によって分析されたか (14.3%)」であった。

D. 考察

1. 全体的なエビデンスと質評価

水中運動についての論文は 21 編であったが、これは RCT デザインの研究が増加しているためにこの数であったと考えられる。RCT の SR²⁻⁴ では、2000 年代に公表された多く RCT 論文を収集している。

メタ分析は、対象者の疾患やアウトカムの差異など異質性の問題に加え、研究の質の問題から実施できなかった。質評価として、TREND チェックリストと CLEAR-NPT チェックリストを用いたが、対象となった論文において、記入漏れや不履行などの深刻な問題が見られた。それらを要約すると、参加者・サンプルサイズの決定・評価者・介入者・ブラインド化・分析方法の詳細な情報である。さらに、有害事象やドロップアウトも全体的に不十分であった。コクランレビュー² においては、メタ分析実施に際して、厳しい基準があり、異質性の問題だけでなく、最初に論文の質の低いものは除外される。このように方法論的質の問題や、異質性の問題があり、SR という観点から水中運動の効果に関して十分なエビデンスが得られなかった。

2. 論文の特徴

対象疾患としては、運動器に関してが 4 編で最も多かったが、呼吸・循環器 (1 編) や精神疾患

(0 編)に関する研究は少なかった。これは、水中運動に関する RCT の SR のレビュー¹の結果とも一致している。特定の疾患者ではなく、健康増進効果として行われた論文は 15 編あり、主要・副次的なアウトカムは多様であり、一貫した傾向は見られなかった。

著者らは、コントロール群として何も実施しない群だけでなく、陸上運動との比較にも興味がある。コントロール群に陸上運動を設定していた研究は 5 編あったが、変形性膝関節症が 2 編^{13,22}、回旋筋腱板裂傷が 1 編²⁹、その他特定疾患のない健康増進効果を探る研究が 2 編^{16,28}であった。変形性膝関節症の 2 研究は、それぞれ陸上・水中運動の方が効果があるしている。最近の RCT の SR³とは一貫しない。その RCT の SR は、慢性的な神経・筋疾患患者の水中運動と陸上運動の除痛効果のメタ分析をした結果、重み付け標準化平均値差 (SMD) が 0.11、95% 信頼区間 -0.27-0.50 (P=0.56, N=0.56) で、有意差がないことを報告している。現時点においては、運動器の疾患において、水中運動は陸上運動よりも除痛効果が高いとは言及することができない。

3. これからの研究の課題と展望

メタボリック・シンドローム (MS) を対象に、アウトカムとして血清脂質や身体組成、血圧などに及ぼす効果をみた研究はなかった。最近関心が高まっている MS について、国際的な関連学会の Joint Scientific 声明³⁰が出され、今後はこの診断基準やアウトカムに基づいた研究が開始されるべきである。MS の予防や治療において、なお一層の水中運動に期待が寄せられる。

Table5 に今後の水中運動の課題を示した。先進諸国においては MS だけでなく、精神的健康に対する研究に関心が持たれるだろう。研究

者は、研究デザインや介入方法に関連したチェックリストを活用すべきであり、結果として研究の質の向上やエビデンスの構築をもたらす。また、適切な比較試験は、水中運動が、なぜ他の動的な運動介入 (陸上運動) よりも効果が高いのかを説明するのに必須である。水中運動は、高価な施設 (温水プール) が必要であることも忘れられるべきではない。Bowen ら³¹は、公衆の健康は介入に基づくエビデンスを目標として進んでいるが、介入の実現 (実施) 可能性と包括的で多層な評価が確かめられるべきであることを指摘している。

4. 研究の限界

本研究は、メタ分析以外において PRISMA 声明³²に基づいて記載したがいくつかの限界がある。まず、本研究の対象となった各研究自体において選択バイアスのある可能性があり、本研究の潜在的な問題となっている。

言語を無制限としたが、日本語 11 編 (52%) と英語 9 編 (43%) を上回っている。こうしたことから、潜在的なパブリケーション・バイアスの可能性が指摘される。また、ハンドサーチや参考文献からの検索、さらには専門機関、学会などへの問い合わせも行っていない。

さらに、質評価において、結果の不一致や不明な部分があった場合には 2 名の著者が相談して決定したが、第 3 の研究者にさらに託したり、該当する論文の著者に直接問い合わせることも行っていないことも本研究の限界である。

E. 結論

収集して対象となった水中運動の RCT において、方法論・論文の記載が不備・欠損があり、SR として効果の結論を見出すための十分なエビデンスが得られなかった。しかし、水中運動における nRCT の問題点を明らかにすることができ、今後の課題として、研究の質を高めるための戦略と、実現可能性の重要性を提案することができた。

【参考文献】

1. Kamioka H, Tsutani K, Okuizumi H, Mutoh Y, Ohta M, Handa S, et al. Effectiveness of aquatic exercise and balneotherapy: a summary of systematic reviews based on randomized controlled trials of water immersion therapies. *J Epidemiol* 2010;20:2-12.
2. Bartels EM, Lund H, Hagen KB, et al. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; 4: CD005523.
3. Hall J, Swinkels A, Bridson J, McCabe CS. Does aquatic exercise relieve pain in adults with neurologic or musculoskeletal disease? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 873-883.
4. Pittler MH, Karagülle MZ, Karagülle M, et al. Spa therapy and balneotherapy for treating low back pain: meta-analysis of randomized trials. *Rheumatol* 2006; 45: 880-884.
5. Jarlais DC, Lyles C, Crepaz N, and the TREND group. Improving the reporting quality of nonrandomized evaluations of behavioral and public health interventions. *Am J Public Health* 2004; 94:361-366.
6. Boutron I, Moher D, Tugwell P, Giraudeau B, Poiradeau S, Nizard R, et al. A checklist to evaluate a report of a nonpharmacological trial(CLEAR NPT) was developed using consensus. *J Clin Epidemiol* 2005;58:1233-1240.
7. Haynes BR, Mulrow CD, Huth EJ, Altman DG, Gardner MJ. More informative abstracts revisited. *Ann Intern Med* 1990;113:69-76.
8. Atkins D, Best D, Briss PA, et al: Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 2004; 328:1490-1497.
9. Willen C, Sunnerhagen KS, Grimby G. Dynamic water exercise in individuals with late poliomyelitis. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 66-72.
10. Ebisu T, Kobayashi M, Katsuki T, Yanagimoto Y. Effectiveness of serum lipids on spa-walking. *Health Care* 2001; 43: 981- 984. (in Japanese)
11. Aoba T, Matsumoto T, Sugano A, Nomura T. The effects of enforcement water exercise class on hypotensive to blood pressure at elderly subjects. *Ann Reports Health Phys Educ Sports Sci* 2001; 20: 99-104. (in Japanese with English abstract)
12. Yamada T, Watanabe E, Okada A, Takeshima N. Effects of water-based well-rounded exercise on vital age and physical fitness in older adults. *Jpn Soc Phys Anthropol* 2002; 7: 87-93. (in Japanese with English abstract)
13. Murai E, Takeda Y, Imaya T, Uchiyama E, Nakazono K, Nakajima H. Exercise therapy for osteoarthritis of the knee -preliminary study of water exercise-. *J Jpn Soc Clin Sports Med* 2002; 10: 54-60. (in Japanese with English abstract)
14. Igarashi Y, Kondo T, Yamaoka K, Otsuki M, Nakayama H, Ihara K, et al. Health effect of aquatic exercise therapy using a hot spring. *Sick Body Phys* 2002; 36: 11-14. (in Japanese)
15. Pechter U, Ots M, Mesikepp S, Zilmer K, Kullissaar T, Vihalemm T, et al. Beneficial effects of water-based exercise in patients with chronic kidney disease. *Int J Rehabil Res* 2003; 26: 153-156.
16. Douris P, Southard V, Varga C, Schauss W, Gennaro C, Reiss A. The effect of land and aquatic exercise on balance scores in older adults. *J Geriatr Phys Ther* 2003; 26: 3-6.
17. Liquori A, Widener G, Clark L. Effects of a 6-week prenatal water exercise program on physiological parameters and well-being in women with pregnancies in the 2nd-3rd trimesters: a pilot study. *J Section Women's Health* 2003; 27: 11-19.
18. Lin SY-C, Davey RC, Cochrane T. Community rehabilitation for older adults with osteoarthritis of the lower limb: a controlled clinical trial. *Clin Rehabil* 2004; 18: 92-101.
19. Akamine T, Yamanaka T, Taguchi N, Fujii Y, Yang Y-T, Fukushi Y, et al. Effects of underwater exercise with hot spring bathing on middle aged people. *Kyushu Yamaguchi Sports Sci J.* 2005; 17: 7-12. (in Japanese with English abstract)
20. Takumi Y, Moriya K, Oda S, Adikari MO, Fukuoka E. Participation in an aquatic exercise class twice a week for 12 weeks improved physical fitness for good walking, walking self-efficacy on winter roads, mental health and QOL in elderly women. *Jpn J Biometeor* 2005; 42: 17-27. (in Japanese with English abstract)
21. Takumi Y, Moriya K. Participation in an aquatic walking class for 12 weeks improved physical fitness for good walking, emotion and walking self-efficacy on winter roads in middle-aged and elderly women. *Jpn J Biometeor* 2005; 42: 5-15. (in Japanese with English abstract)
22. Lee HY. Comparison of effects among Tai-chi exercise, Aquotic Exercise, and a self-help