

ペットボトル入り飲料に関する研究

Study of the Drink with the PET Bottle

小野 郁*・今 清佳**・森 菜穂子***・太田 誠耕****

Kaoru ONO*, Sayaka KON**, Naoko MORI***, and Seikou OHTA****

論文要旨：大学生410名を対象とし、500mlのペットボトル飲料の利用状況について調査を行った。また、開栓後の500mlのペットボトル飲料の細菌の繁殖状況を一般生菌法で測定した。その結果、ほとんどの大学生がペットボトル飲料を利用しており、保存によって細菌が大量に繁殖することが明らかになった。

特に直接口をつけて飲んだ場合には、長期間の保存が可能とは言いがたく、開栓後は冷蔵庫内で保存し、開栓当日遅くとも1日後に飲みきることが必要である。また、飲用後のペットボトル容器に別の飲料を移し替え水筒として再利用することは衛生上安全であるとは言いがたい。

キーワード：ペットボトル入り飲料，利用状況，一般生菌数

【はじめに】

ここ数年ペットボトル飲料の生産量は増加傾向にあり、2002年度の国内の総生産量は約840万kl¹⁾ (500mlに換算すると約168億本)であった。また現在日本には数多くのサイズのペットボトル飲料があるが、なかでも500mlペットボトル飲料の利用者は多い。これは、再栓できるだけでなく、軽く持ち運びが出来るという手軽さが消費者のニーズに合っているからだと考えられる。しかし、再栓できる安心感から保存期間を誤解し、さらに消費者が直接口をつけて飲むことでペットボトル内に口腔内細菌が繁殖している。これを飲むことで健康に影響が出るのではとマスコミ²⁾³⁾⁴⁾にも取り上げられ、話題になっている。また、飲用後の500mlペットボトル容器の密封性の良さや丈夫さを過信し、別の飲料を移し替え水筒代わりに再利用する人も多く、その場合衛生面の不安は拭いきれない。そこで本研究は、大学生が日常利用する機会の多い500mlのペットボトル飲料の利用状況をアンケート調査で明らかにし、さらに実際に利用が多かった緑茶飲料開栓後の一般生菌数の増加量を測

定することで、ペットボトル飲料の安全な利用法を考察することを目的とした。

【方法】

I. 500mlのペットボトル飲料利用状況調査

1. 調査対象

調査対象は大学生500名であった。回収数は男子175名、女子229名、性別不明6名の計410名であり、回収率は82.0%だった。

2. 調査方法および調査内容

調査は選択肢式質問紙による直接配布法及び間接配布法で行われた。調査内容は、500mlのペットボトル飲料の利用実態、飲用後の容器の用途について、賞味期限の意識について等であった。

3. 調査時期：平成15年10月14日～同年11月19日であった。

4. 統計処理：SPSS 11.0J for Windows を使用し、 χ^2 検定等を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。

II. 500mlのペットボトル内細菌培養実験

1. 実験試料：ペットボトル入り緑茶飲料(以下、ペット緑茶)のうちの1銘柄(内容量500ml)で、賞

* 青森県立青森第二養護学校

Aomori prefectural Aomori Daini school for Mentally handicapped children

** 弘前市立第二中学校

Hirosaki city Daini Junior High School

*** 弘前市立新和中学校

Hirosaki city Niina Junior High School

**** 弘前大学教育学部教育保健講座

Department of school health science, Faculty of Education, Hirosaki University

味期限が同一の36検体とした。

2. 実験方法：実験に使用する試料は以下の4条件のものとした。

- a 条件：開栓後1分間放置し、再び栓をして保存したもの
- b 条件：大学生9名に水道水で1度軽く口をすすいだ後でペット緑茶を約半量口飲みしたもの
- c 条件：ペット緑茶を口飲みせずに、半量別容器に移し替えたもの
- d 条件：大学生9名に水道水で1度軽く口をすすいだ後でペット緑茶を全量口飲みしてもらい、空いたペットボトル容器を水道水でゆすぎ、1日自然乾燥後水出しで作った麦茶を入れたもの

以上の4条件について、さらに開栓当日（1時間以内）、1日後、3日後、5日後、7日後の5つの時間条件を設定した。また、5℃（冷蔵庫内を想定）、20℃（冬期の室内を想定）、及び30℃（夏期の屋外を想定）の3つの温度条件⁵⁾ 下での保存も設定した。調査を行うペット緑茶はすべて開栓直前まで直射日光の当たらない室温に放置し、開栓後にそれぞれの条件の通りに条件設定し、その後再び栓をして各温度に設定した恒温器内に立てた状態で保存した。これらの緑茶の一般生菌数と外観を調査した。

①一般生菌数：標準寒天培地法（37℃，24～48

時間）⁶⁾⁷⁾に基づき、測定した。試料は原液，100倍希釈液，1000倍希釈液，10000倍希釈液，100000倍希釈液を使用し，培地はそれぞれ3個ずつ用意した。

②外観：開栓後の緑茶の色，濁り，透明度などの変化で特に気づいたことを観察調査した。

また，試料以外の材料は実験前日にオートクレーブ（121℃・15分）で滅菌し，実験器具も実験前日に乾熱滅菌装置（160℃・30分）で滅菌したものを使用した。実験時は滅菌操作を心がけ，白衣とマスクを着用した。

3. 実験時期：平成15年10月10日～同年11月10日であった。

【結果】

I. 500mlペットボトル飲料利用状況調査

1. 利用状況について

1) 500mlのペットボトル飲料を利用するか（図1参照）

500mlのペットボトル飲料を利用すると答えたものが最も高率であり，男子97.1%，女子96.1%だった。

2) 500mlのペットボトル飲料の利用頻度（図2参照）

500mlのペットボトル飲料の利用頻度は，「ほぼ毎日」が男子18.9%，女子19.3%で，全体では19.1%だった。「週に数本程度」が男子64.0%，女

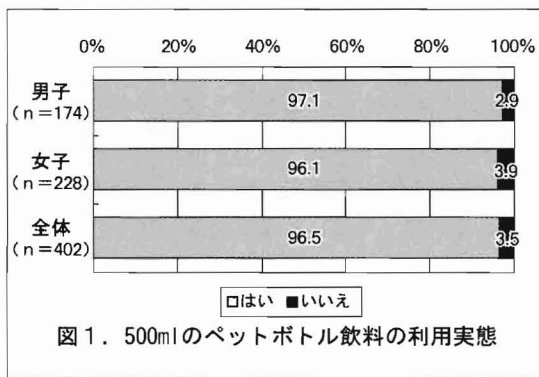


図1. 500mlのペットボトル飲料の利用実態

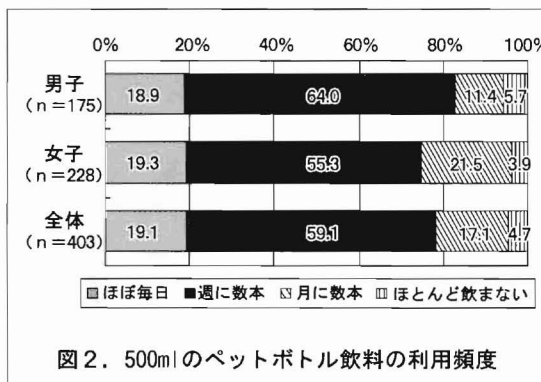


図2. 500mlのペットボトル飲料の利用頻度

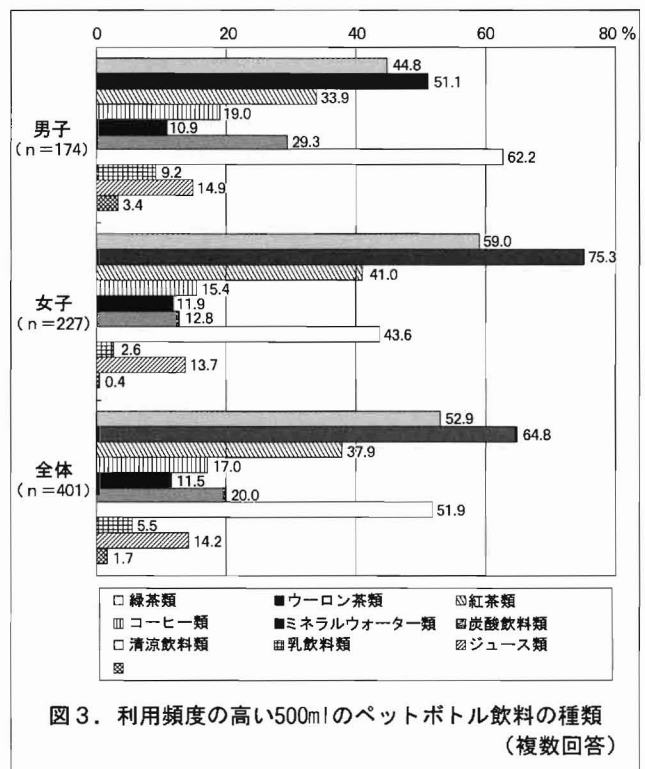


図3. 利用頻度の高い500mlのペットボトル飲料の種類（複数回答）

子55.3%で、全体では59.1%だった。「月に数本程度」が男子11.4%、女子21.5%で、全体では17.1%だった。「ほとんど飲まない」が最も低率で、男子5.7%、女子3.9%で、全体では4.7%だった。

3) 利用頻度の高い500mlのペットボトル飲料の種類 (図3参照)

利用頻度の高い500mlのペットボトル飲料の種類は、「緑茶類」が男子44.8%、女子59.0%で、全体では52.9%だった。「ウーロン茶類」が男子51.1%、女子75.3%で、全体では64.8%だった。

「紅茶類」が男子33.9%、女子41.0%で、全体では37.9%だった。「コーヒー類」が男子19.0%、女子15.4%で、全体では17.0%だった。「ミネラルウォーター類」が男子10.9%、女子11.9%で、全体では11.5%だった。「炭酸飲料類」が男子29.3%、女子12.8%で、全体では20.0%だった。「清涼飲料類」が男子62.6%、女子43.6%で、全体では51.9%だった。「乳飲料類」が男子9.2%、女子2.6%で、全体では5.6%だった。「ジュース類」が男子14.9%、女子13.7%で、全体では14.2%だった。「その他」が男子3.4%、女子0.4%で、全体では1.7%だった。「その他」の内容としては、「アミノ酸飲料」という回答があった。

4) 500mlのペットボトル飲料を利用する理由 (図4参照)

500mlのペットボトル飲料を利用する理由は、「飲みやすさ」が男子44.5%、女子42.3%で、全

体では43.3%だった。「持ち運べるから」が男子82.7%、女子93.4%で、全体では88.8%だった。

「保存できるから」が男子83.2%、女子85.5%で、全体では84.5%だった。「値段が安いから」が男子4.6%、女子6.2%で、全体では5.5%だった。「量がちょうど良いから」が男子35.8%、女子26.0%で、全体では30.3%だった。「種類が豊富だから」が男子16.8%、女子18.9%で、全体では18.0%だった。「容器が丈夫だから」が男子7.5%、女子4.0%で、全体では5.5%だった。「衛生上安全だから」が男子0.6%、女子0.4%で、全体では0.5%だった。

「透明で中身が見えるから」が男子2.9%、女子1.3%で、全体では2.0%だった。「その他」が男子6.9%、女子6.2%で、全体では6.5%だった。「その他」の回答としては、「理由なし」、「自販機などで入手が比較的容易である」、「水筒として再利用できる」、「飲みたいものがペットボトル以外で売られていないから」などがあつた。

5) 500mlのペットボトル飲料の飲み方 (図5参照)

500mlのペットボトル飲料を飲み方は、「直接口をつけて」が最も高率であり、男子98.9%、女子99.1%で、全体では99.0%だった。「別の容器に注いで」が男子1.1%、女子0.9%で、全体では1.0%だった。「ストローを使って」と「その他」は男女とも0.0%だった。

6) 飲用後の500mlのペットボトル容器の用途 (図6参照)

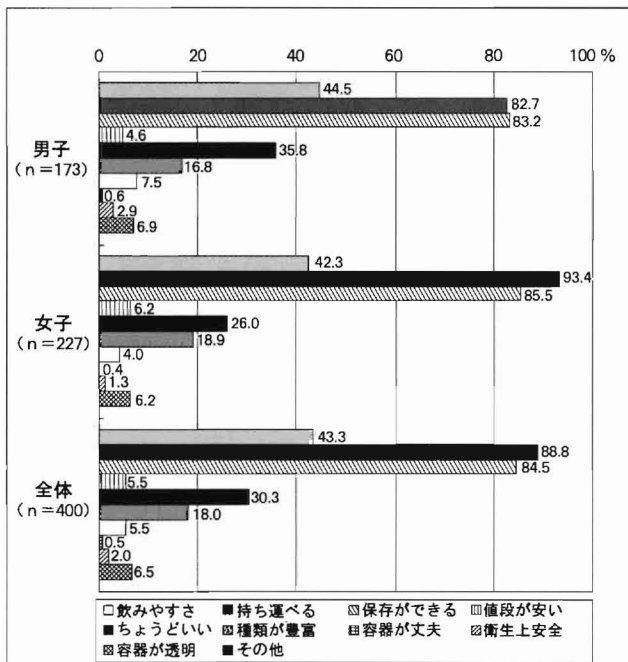


図4. 500mlのペットボトル飲料を利用する理由 (複数回答)

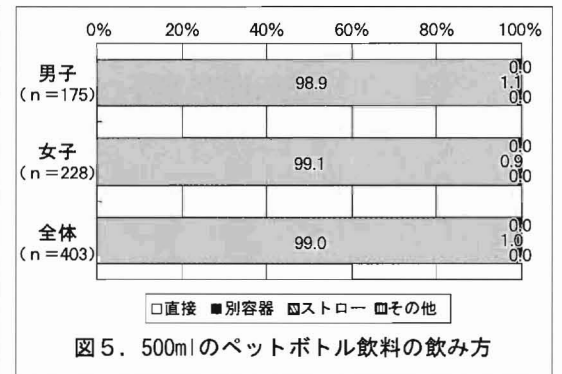


図5. 500mlのペットボトル飲料の飲み方

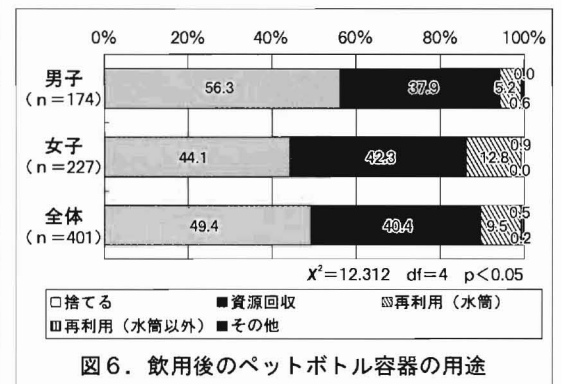


図6. 飲用後のペットボトル容器の用途

6 参照)

飲用後500mlのペットボトル容器の用途は、「捨てる」が最も高率であり、男子56.3%、女子44.1%で、全体では49.4%だった。「資源ゴミ回収に出す」が男子37.9%、女子42.3%で、全体では40.4%だった。「水筒代わりに再利用する」が男子5.2%、女子12.8%で、全体では9.5%だった。「水筒以外の用途で再利用する」が男子0.0%、女子0.9%で、全体では0.5%だった。「その他」が男子0.6%、女子0.0%で、全体では0.2%だった。「その他」の回答としては、「捨てずにとっておく」があった。また男女間で有意な差が認められた (p<0.05)。

7) 500mlのペットボトル飲料開栓後の消費期限の認識 (図7参照)

ペットボトル容器に表示されている「お早めにお飲みください」の表現から感じた具体的な日数は、「開栓直後」が男子7.4%、女子0.4%で、全体では3.5%だった。「開栓したその日のうち」が男子33.7%、女子31.0%で、全体では32.2%だった。「1日後」が男子15.4%、女子24.5%で、全体では20.5%だった。「2日後」が男子9.7%、女子19.7%で、全体では15.3%だった。「3日後」が男子18.9%、女子14.4%で、全体では16.3%だった。「4日後」が男子1.1%、女子2.6%で、全体では2.0%だった。「5日後」が男子2.9%、女子4.8%で、全体では7.4%だった。「それ以上」が男子10.9%、女子4.8%で、全体では7.4%だった。また男女間で有意な差が認められた (p<0.01)。

「4日後」が男子1.1%、女子2.6%で、全体では2.0%だった。「5日後」が男子2.9%、女子4.8%で、全体では7.4%だった。「それ以上」が男子10.9%、女子4.8%で、全体では7.4%だった。また男女間で有意な差が認められた (p<0.01)。

8) 500mlのペットボトル飲料を実際に飲みきる期間 (図8参照)

500mlのペットボトル飲料を実際に飲みきる期間は、「開栓直後」が男子12.0%、女子0.9%で、全体では5.7%だった。「開栓したその日のうち」が男子66.3%、女子56.6%で、全体では60.8%だった。「1日後」が男子13.7%、女子27.6%で、全体では21.6%だった。「2日後」が男子4.0%、女子10.5%で、全体では7.7%だった。「3日後」が男子0.6%、女子0.4%で、全体では0.2%だった。「4日後」が男子3.4%、女子2.2%で、全体では2.7%だった。「5日後」が男子0.0%、女子1.8%で、全体では1.0%だった。「それ以上」が男子0.0%、女子1.8%で、全体では1.0%だった。男女間で有意な差が認められた (p<0.01)。

9) 保存していた500mlのペットボトル飲料の品質変化の経験 (図9参照)

保存していた500mlのペットボトル飲料の品質

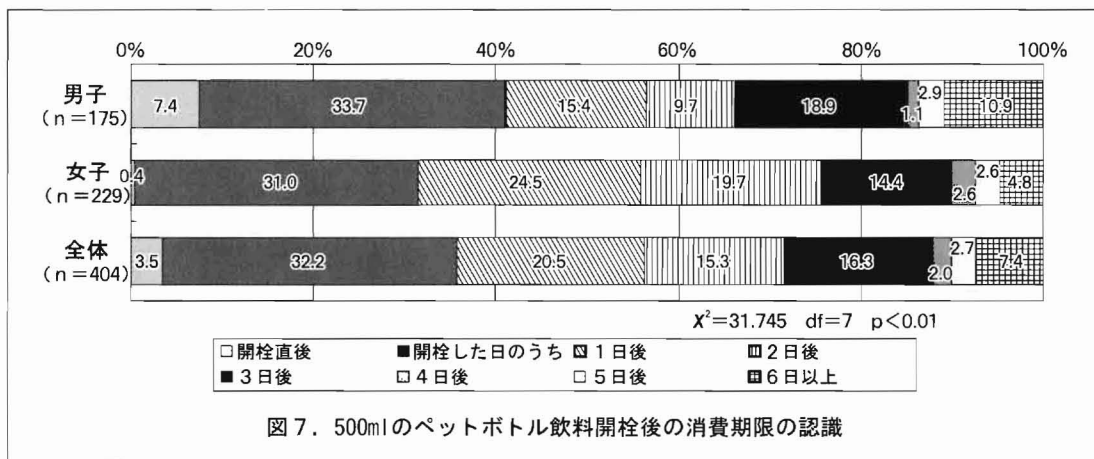


図7. 500mlのペットボトル飲料開栓後の消費期限の認識

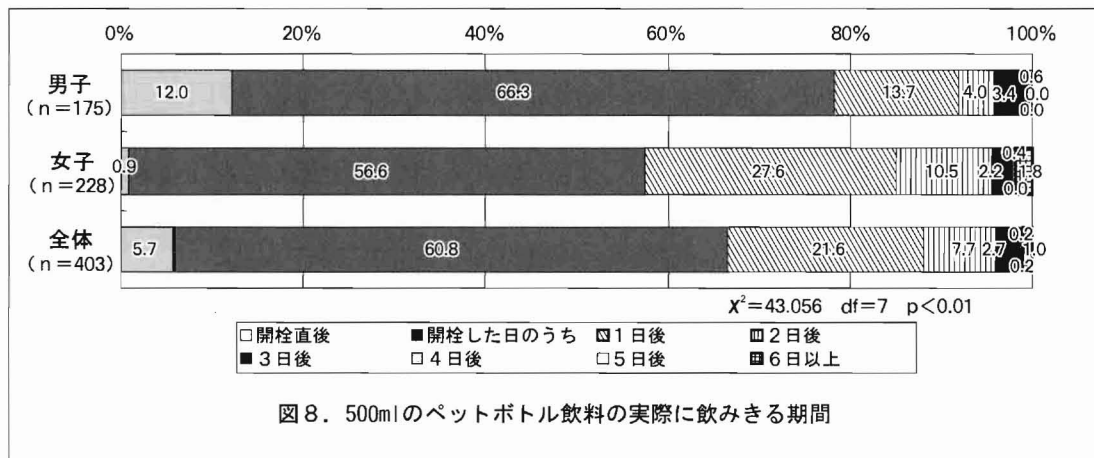


図8. 500mlのペットボトル飲料の実際に飲みきる期間

の変化の経験は、「全くない」が男子56.5%，女子44.2%で、全体では49.5%だった。「味が変わった」が男子15.3%，女子22.1%で、全体では19.2%だった。「匂いが変わった」が男子7.6%，女子16.4%で、全体では12.6%だった。「カビが発生した」が男子11.2%，女子16.4%で、全体では14.1%だった。「保存しない」が男子14.7%，女子9.3%で、全体では11.9%だった。「その他」が男子5.9%，女子9.3%で、全体では7.8%だった。「その他」の回答としては、「濁った」、「沈殿した」、「異物が発生した」、「飲料の色が濃くなった」、「炭酸飲料ではないものが炭酸になった」などがあった。

10) 開栓後の500mlのペットボトル飲料の保存方法 (図10参照)

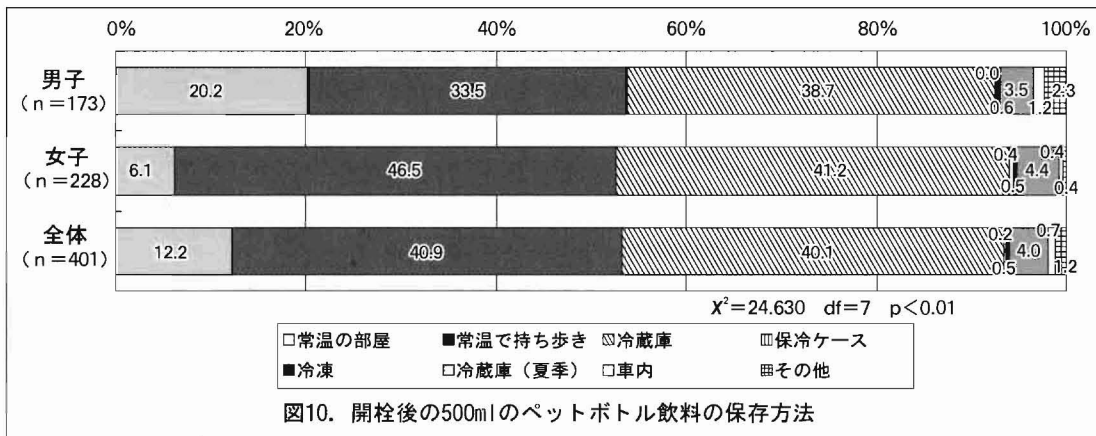
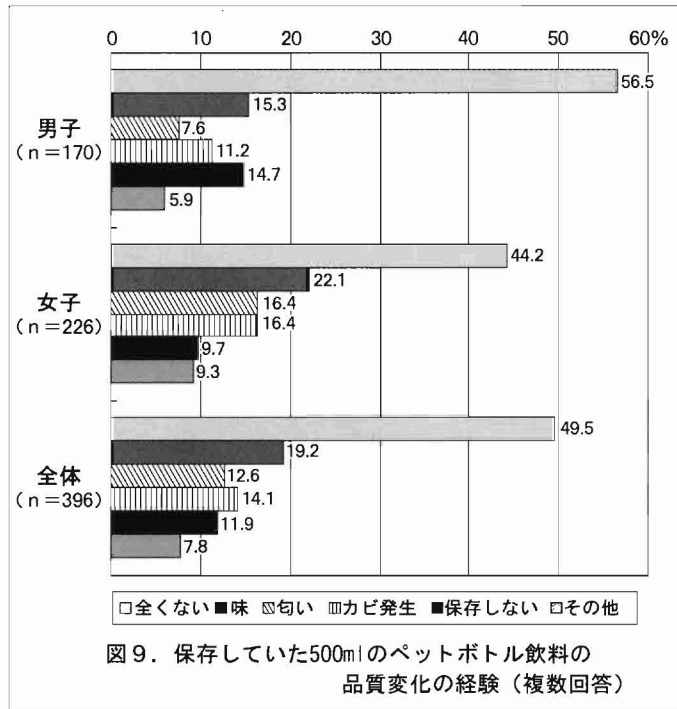
開栓後の500mlのペットボトル飲料の保存方法は、「常温の部屋」が男子20.2%，女子6.1%で、全体では12.2%だった。「常温で持ち歩き」が男子

33.5%，女子46.5%で、全体では40.9%だった。

「冷蔵庫」が男子38.7%，女子41.2%で、全体では40.1%だった。「保冷ケース」が男子0.0%，女子0.4%で、全体では0.2%だった。「冷凍」が男子0.6%，女子0.4%で、全体では0.5%だった。「夏季のみ冷蔵庫」が男子3.5%，女子4.4%で、全体では4.0%だった。「車内」が男子1.2%，女子0.4%で、全体では0.7%だった。「その他」が男子2.3%，女子0.4%で、全体では1.2%だった。「その他」の回答としては、「日中は持ち歩いて帰宅後冷蔵庫に入れる」、「だいたい冷蔵庫内」があり、なかには「特に気にしていない」という回答もあった。また男女間で有意な差が認められた ($p < 0.01$)。

11) 飲用後のペットボトル容器を水筒代わりに利用する場合 (図11, 12参照)

飲用後のペットボトル容器を水筒として再利用する場合の洗浄方法は、「洗わない」が男子16.4%，



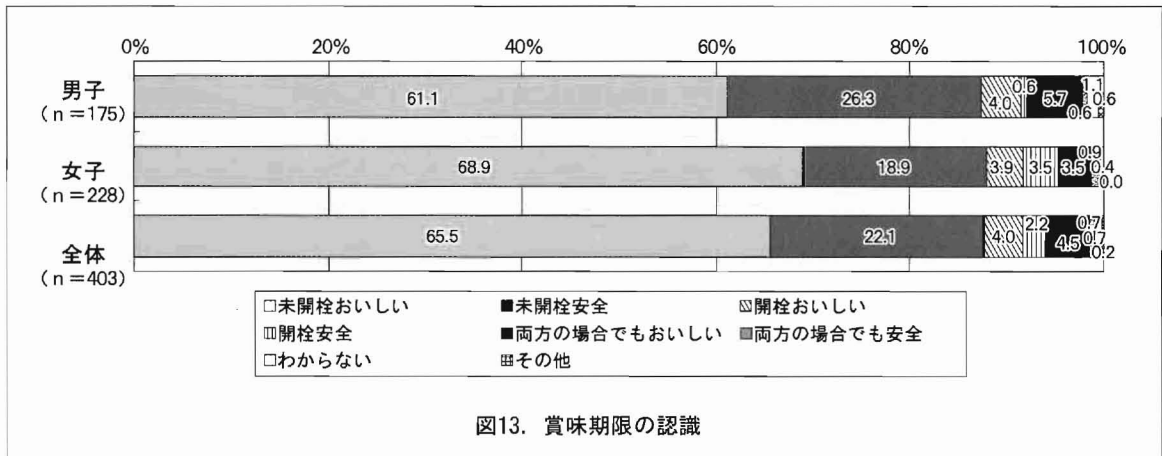
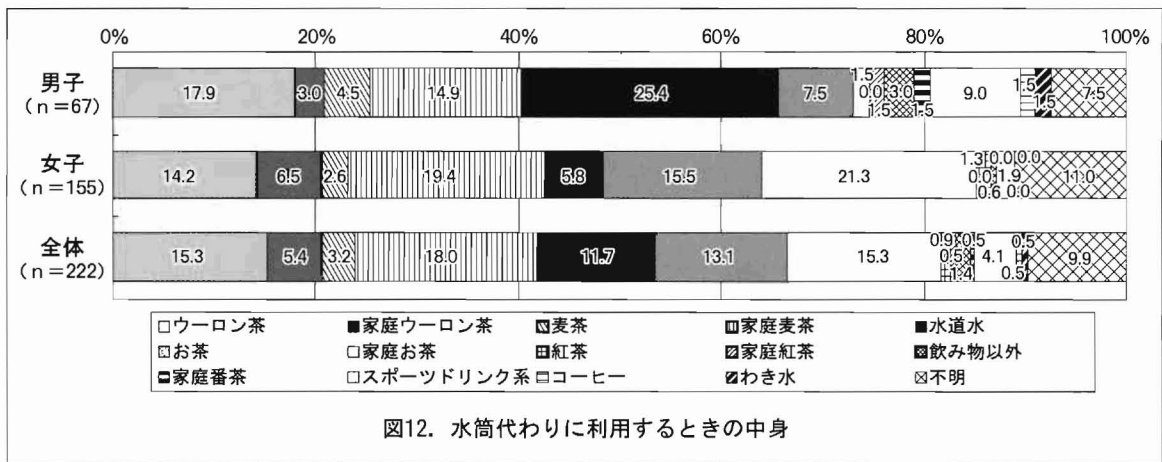
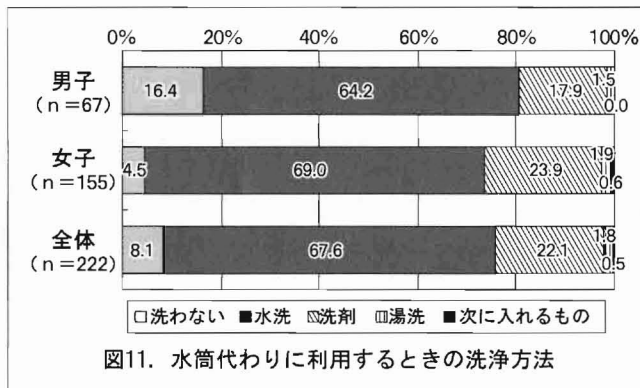
女子4.5%で、全体では8.1%だった。「水洗い」が、男子64.2%、女子69.0%で、全体では67.6%だった。「洗剤を使って」が男子17.9%、女子23.9%で、全体では22.1%だった。「湯洗い」が男子1.5%、女子1.9%で、全体では1.8%だった。「次に入れる飲料で洗う」が男子0.0%、女子0.6%で、全体では0.5%だった。

次に飲用後のペットボトル容器を水筒として再利用する場合の中身は、「ウーロン茶」が男子17.9%、女子14.2%で、全体では15.3%だった。

「家庭で作ったウーロン茶」が男子3.0%、女子6.5%で、全体では5.4%だった。「麦茶」が男子4.5%、女子2.6%で、全体では3.2%だった。「家

庭で作った麦茶」が男子14.9%、女子19.4%で、全体では18.0%だった。「水道水」が男子25.4%、女子5.8%で全体では11.7%だった。「お茶」が男子7.5%、女子15.5%で、全体では13.1%だった。

「家庭で作ったお茶」が男子1.5%、女子21.3%で、全体では15.3%だった。「紅茶」が男子0.0%、女子1.3%で、全体では0.9%だった。「家庭で作った紅茶」が男子1.5%、女子0.0%で、全体では0.5%だった。「飲み物以外」が男子3.0%、女子0.6%で1.4%だった。「家庭で作った番茶」が男子1.5%、女子0.0%で、全体では1.5%だった。「家庭で作ったスポーツドリンク系」が男子9.0%、女子1.9%で、全体では4.1%だった。「不明」が男子7.5%、



女子11.0%で、全体では9.9%だった。「コーヒー」が男子1.5%、女子0.0%で、全体では0.5%だった。「湧き水」が男子1.5%、女子0.0%で、全体では0.5%だった。

2. 賞味期限の意識について

1) 賞味期限とは具体的に何を表しているか (図13参照)

賞味期限とは具体的に何を表しているでは、「フタを開けない状態でおいしく保存できる」が最も高率であり、男子61.1%、女子68.9%で、全体では65.5%だった。「フタを開けない状態で安全に飲める」が男子26.3%、女子18.9%で、全体では22.1%だった。「フタを開けた状態でおいしく保存できる」が男子4.0%、女子3.9%で、全体では4.0%だった。「フタを開けた状態で安全に飲める」が男子0.6%、女子3.5%で、全体では2.2%だった。「開封前後に関わらずおいしく保存できる」が男子5.7%、女子3.5%で、全体では4.5%だった。「開封前後に関わらず安全に飲める」が男子0.6%、

女子0.9%で、全体では0.7%だった。「わからない」が男子1.1%、女子0.4%で、全体では0.7%だった。「その他」が男子0.6%、女子0.0%で、全体では0.2%だった。

2) 500mlのペットボトル飲料を利用するとき賞味期限に注意するか (図14参照)

500mlのペットボトル飲料を利用するとき賞味期限に注意するかでは、「必ず見ている」が男子8.0%、女子5.3%で、全体では6.5%だった。「時々見ている」が男子18.3%、女子30.8%で、全体では25.4%だった。「あまり気にしていない」が男子73.7%、女子63.9%で、全体では68.2%だった。また男女間で有意な差が認められた (p<0.05)。

II. 500mlのペットボトル内細菌培養実験

1. a条件：開栓後1分間放置し、再び栓をして保存したもの (図15参照)

a条件では以下のような細菌数が測定された。まず、5℃では開栓当日6個、1日後1個、3日後

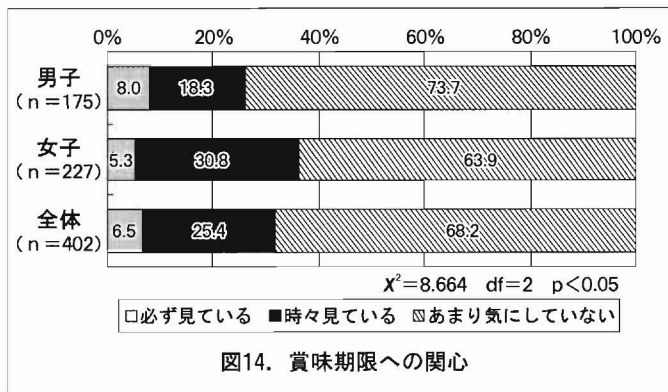


図14. 賞味期限への関心

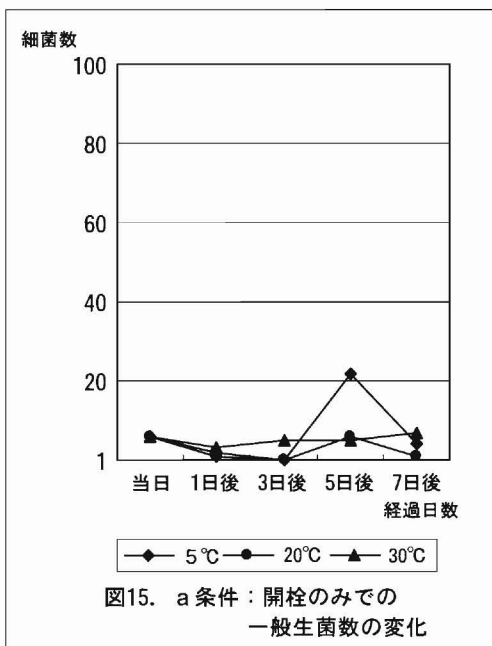


図15. a条件：開栓のみでの一般生菌数の変化

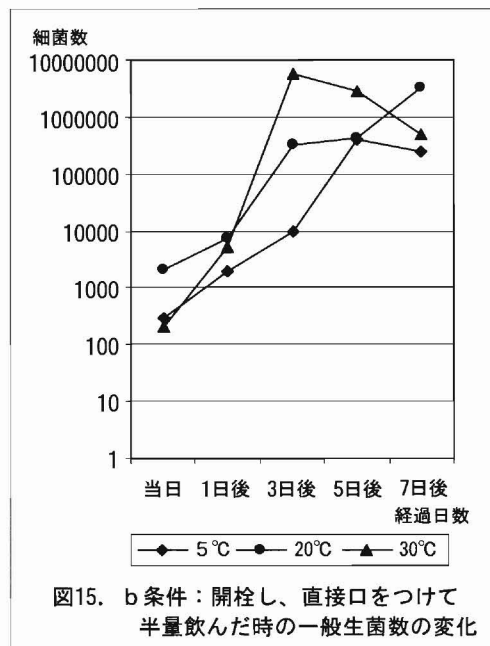


図15. b条件：開栓し、直接口をつけて半量飲んだ時の一般生菌数の変化

0個、5日後22個、7日後4個だった。次に、20℃では開栓当日6個、1日後2個、3日後0個、5日後6個、7日後1個だった。最後に30℃では開栓当日6個、1日後3個、3日後5個、5日後5個、7日後7個だった。

また外観の変化としては、どの温度条件も緑茶の色が開栓時よりもわずかに濃くなった。

2. b条件：大学生9名に水道水で1度軽く口をゆすいだ後でペット緑茶を約半量口飲みしたもの（図16参照）

b条件では以下のような細菌数が測定された。まず、5℃では開栓当日300個、1日後 2×10^3 個、3日後 1×10^4 個、5日後 4×10^5 個、7日後 25×10^4 個だった。次に、20℃では開栓当日 21×10^2 個、1日後 73×10^2 個、3日後 33×10^4 個、5日後 43×10^4 個、7日後 33×10^5 個だった。最後に30℃では開栓当日200個、1日後 5×10^3 個、3日後 58×10^5 個、5日後 28×10^5 個、7日後 5×10^5 個だった。

また外観の変化としては、3日後から20℃と30℃の緑茶に白色の沈殿物が発生し、日数が経過するにつれて緑茶の透明度がなくなった。

3. c条件：ペット緑茶を口飲みせずに、半量別容器に移し替えたもの（図17参照）

c条件では以下のような細菌数が測定された。まず、5℃では開栓当日7個、1日後22個、3日後400個、5日後 4×10^3 個、7日後 33×10^3 個だった。次に、20℃開栓当日7個、1日後13個、3日後170個、5日後 33×10^3 個、7日後 47×10^3 個だった。最後に30℃では開栓当日7個、1日後200個、3日後370個、

5日後 4×10^3 個、7日後 13×10^3 個だった。また外観の変化としては、5日後から20℃と30℃の緑茶の色が濃くなり、透明度がなくなった。

4. d条件：大学生9名に水道水で1度軽く口をゆすいだ後でペット緑茶を全量口飲みしてもらう。空いた容器を水道水で数回ゆすぎ、1日自然乾燥後水出しで作った麦茶を入れたもの（図18参照）

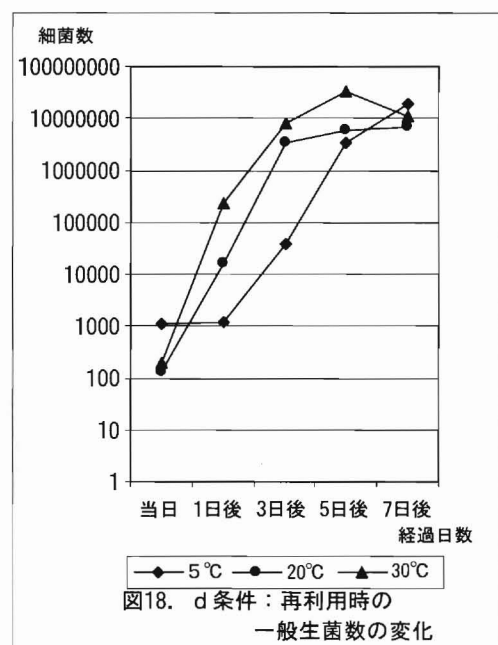
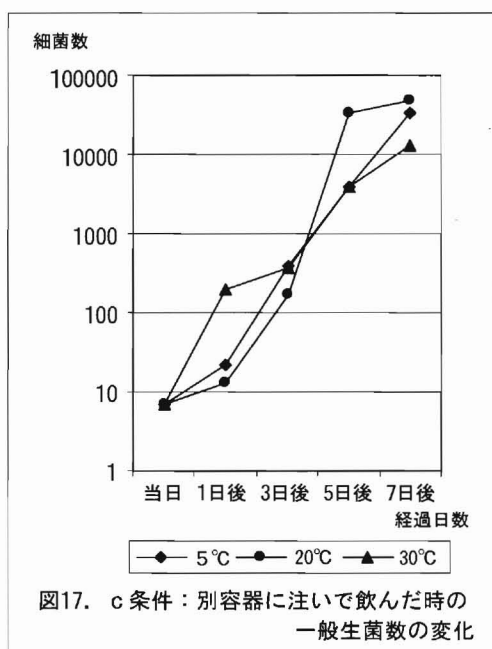
d条件では以下のような細菌数が測定された。まず5℃では開栓当日 11×10^2 個、1日後 12×10^2 個、3日後 37×10^3 個、5日後 33×10^5 個、7日後 19×10^6 個だった。次に20℃開栓当日130個、1日後 16×10^3 個、3日後 34×10^5 個、5日後 57×10^5 個、7日後 71×10^5 個だった。最後に30℃では開栓当日200個、1日後 23×10^4 個、3日後 83×10^5 個、5日後 34×10^6 個、7日後 11×10^6 個だった。

また外観の変化としては、3日後からどの温度条件も緑茶の色が濃くなり、透明度が低下した。20℃と30℃の緑茶に白色の沈殿物が発生した。さらに、5日後からは3日後よりも沈殿物が増加し、20℃と30℃のペットボトル内で何らかの気体が発生しているようで、20℃と30℃のペットボトル容器が通常より膨張した。

【考察】

1. 大学生の500mlのペットボトル飲料の利用実態

500mlのペットボトル飲料の利用頻度は、男女ともに最も多かったのが「週に数本程度」で、約6割だった。次に、利用するペットボトル飲料の種



類は、全体では「ウーロン茶類」,「緑茶類」,「清涼飲料類」の順であり、いずれも半数以上の高い値を示していた。さらに、ペットボトル飲料を利用する理由は、「持ち運べる」と「保存ができる」と回答した者は男女とも8割を超えており、500mlのペットボトル飲料を利用している大学生の多くは、開栓後すぐには飲みきらず、再栓をして持ち歩いたり保存している実態が推察できる。PETボトルリサイクル推進協議会⁸⁾は、ペットボトル容器の特長として「軽くて持ち運びやすい」、「強く丈夫」、「衛生的で安心」、「外観が美しい」、「リサイクルができる」の5点をあげており、その中でも「軽くて持ち運びやすい」を一番にあげている。これらの特長は、大学生がペットボトル飲料を利用する理由と共通している部分が多くみられた。

2. 大学生の賞味期限への関心と賞味期限の認識

賞味期限の正確な意味を選択した者は、男女とも6割を超えていた。しかし、一方で間違った意味を選択した者も4割近くいた。これは、近年になってやっと統一された商品への賞味期限の表示が消費者には未だに馴染んでおらず、類似表現である消費期限や品質保持期限などと意味を混同してしまっていることが理由と考えられる。ここでいう賞味期限とは、「キャップを開けていない状態で、表示された保存方法で保存した場合に、その期限まではおいしく飲むことができる期限」のことで、端的に言えば「いつまでおいしいのか」を示したものである⁹⁾。もちろん開栓したからといってすぐに品質低下を起こすわけではないが、開栓してしまうともう賞味期限内であっても衛生的とはいえない。

次に、賞味期限に注意するかという質問には、「あまり気にしない」と回答した者が男女とも約7割で最も多かった。これは、500mlのペットボトル飲料は生鮮食品や加工食品とは異なり、賞味期限がかなり先に設定されている場合が多く、品質変化や鮮度変化が起こりにくいイメージがあると考えられる。つまり、大学生は賞味期限の意味を正しく認識できている者が半数以上いながらも、その知識を活かして買い物をするということあまりなく、大部分は500mlのペットボトル飲料を選択する段階では賞味期限を重要視していないという実態が分かった。

以上のことから、生産者や販売者などの広報活動をより一層充実させ、商品表示を改善し見やす

くするなどして賞味期限の正しい意味を消費者の意識に浸透させる必要があると思われる。

3. 500mlのペットボトル飲料の飲み方と細菌の混入

500mlのペットボトル飲料の飲み方は、「直接口をつける」が最も多く、男女とも9割を超えていた。一方、「別容器に注ぐ」は1割にも満たなかった。これに対し、実験のb条件「直接口をつけて飲む」で測定された細菌数は、どの温度条件でも開栓当日は $200 \sim 21 \times 10^3$ 個で、1日後は $73 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ 個、3日後は $1 \times 10^4 \sim 58 \times 10^5$ 個、5日後は $43 \times 10^4 \sim 28 \times 10^5$ 個、7日後は $25 \times 10^4 \sim 33 \times 10^5$ 個と増加した。c条件「別容器に注いで飲む」で測定された細菌数は、どの温度条件でも開栓当日は7個で、1日後は13個～200個、3日後は170個～400個、5日後は $4 \times 10^3 \sim 33 \times 10^3$ 個、7日後は $13 \times 10^3 \sim 47 \times 10^3$ 個と増加した。つまり、b条件では開栓当日にすでに200個～ 21×10^3 個の細菌が検出されているのに対し、c条件では細菌が7個しか検出されていないことから、主に口をつけて飲むことにより口腔内細菌が移行しているものと思われる。

以上のことから、「直接口をつける」が、最も口腔内細菌の混入しやすい飲み方であり、ペットボトル飲料を飲む際に直接口をつけて飲むことは避け、別容器に注いで飲む方が衛生面の問題は少ないといえる。また、外出先など直接口をつけて飲むことがやむをえない場合は、遅くとも開栓当日に飲みきってしまう必要がある。さらに、9割以上の大学生が最も口腔内細菌の混入しやすい方法でペットボトル飲料を飲用していることから、このことを保健指導などで周知する必要があると思われる。

4. 500mlのペットボトル飲料の認識期間と飲みきり期間と細菌の繁殖(図19参照)

消費期限の認識期間と実際に飲みきる期限では、認識期間の方が全体的に長く飲用できるイメージがあり、多くの大学生は自身が認識した期間内にペットボトル飲料を飲みきるように心がけていることが分かった。特に女子の認識期間と飲みきり期間は、男子よりも長く回答した者が多く、男女間には $p < 0.01$ の有意差がみられ、女子の方がペットボトル飲料の保存期間を長く感じ、再栓し保存している傾向がうかがえる。さらに、500mlのペットボトル飲料の飲みきり期間は「開栓した日のうち」が最も高率であり、6割以上だった。また、細

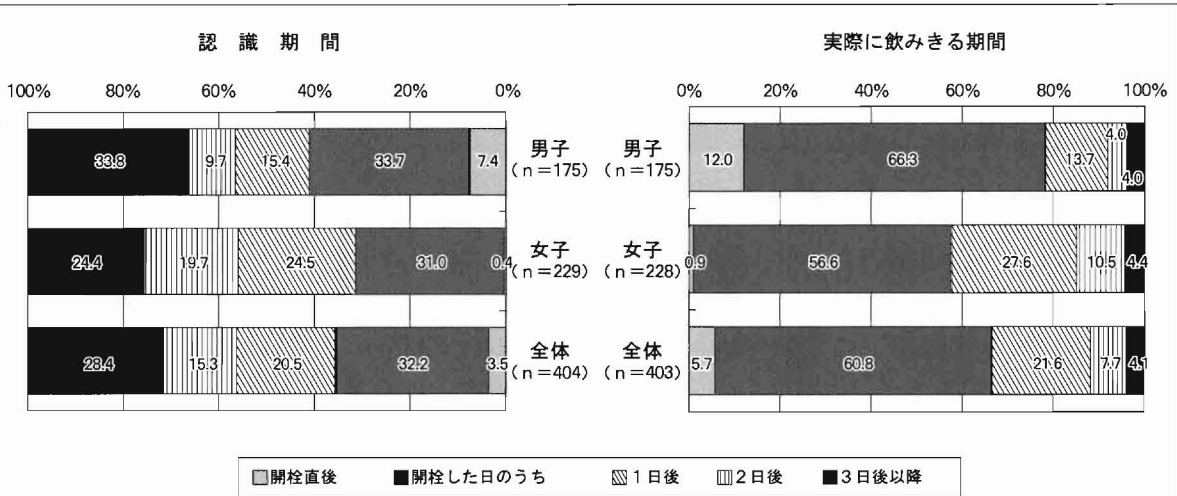


図19. 500mlのペットボトル飲料の開栓後の消費期限の認識と実際の飲みきり期間

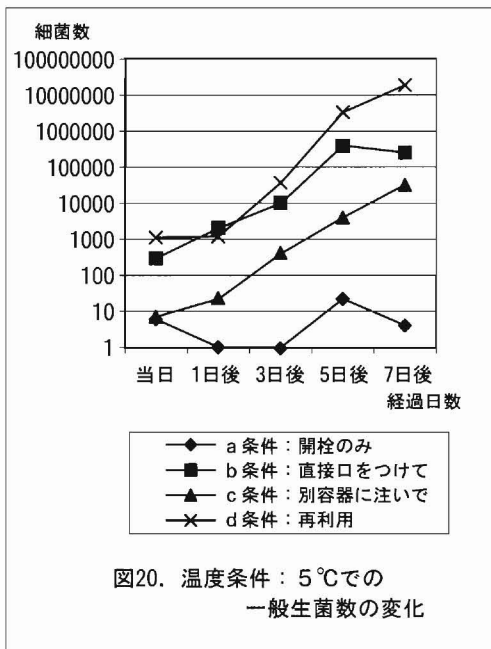


図20. 温度条件：5°Cでの一般生菌数の変化

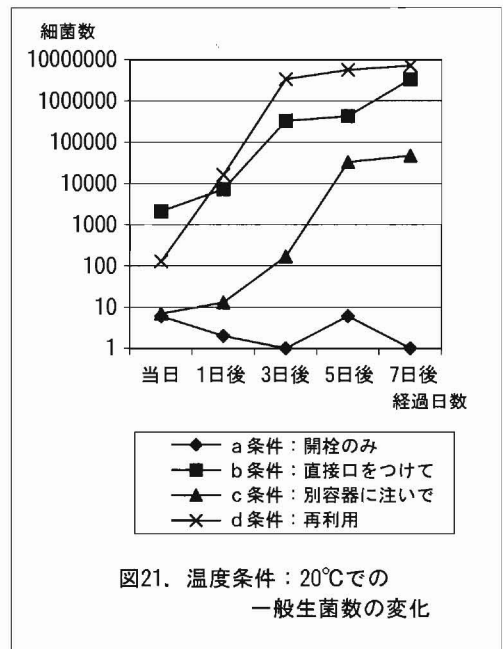


図21. 温度条件：20°Cでの一般生菌数の変化

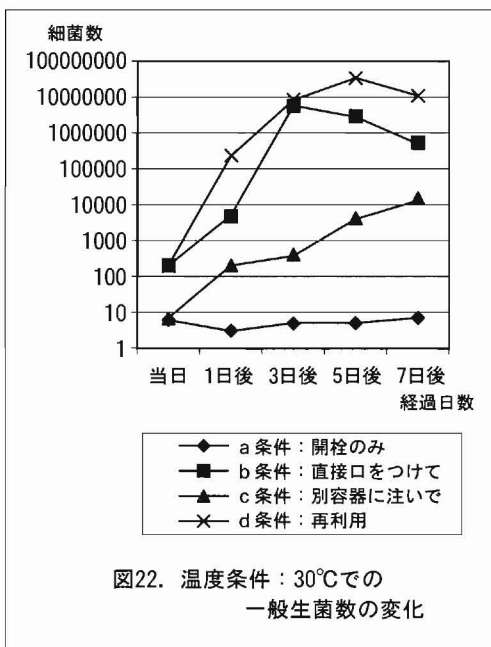


図22. 温度条件：30°Cでの一般生菌数の変化

菌が急激に増えている開栓3日後には約9割以上の人が飲みきっていることが分かった。

これに対し、実験のb条件「直接口をつけて飲む」で測定された細菌数は、どの温度条件でも開栓当日は $200 \sim 21 \times 10^3$ 個で、1日後は $73 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ 個、3日後は $1 \times 10^4 \sim 58 \times 10^5$ 個、5日後は $43 \times 10^3 \sim 28 \times 10^5$ 個、7日後は $25 \times 10^4 \sim 33 \times 10^5$ 個と増加した。また外観の変化は、3日後から20°Cと30°Cの緑茶に白色の沈殿物が発生し、日数が経過するにつれて緑茶の透明度がなくなった。

以上のことから、多くの人が飲みきると回答している開栓当日であっても、すでに 200 個 $\sim 21 \times 10^3$ 個もの細菌がペットボトル内に存在しており、安全な飲料であるとは断言できない。混入する細菌の数や種類は、飲む人の健康状態や口腔衛生状

態にもよるので、あくまで目安である。細菌がいるからといってすぐに体に異常をきたすわけではないが、品質保持面や安全面での不安は拭い切れない。全国清涼飲料工業会¹⁰⁾では、目安として「開栓した日のうち」に飲みきることを勧めている。しかし、大学生の3割ほどがその目安以上保存しているのが現状であり、安全な飲用期間で飲用しているとは言いがたい。そこで、今後は保存期間や消費期限について消費者への情報提供の機会などを一層充実させていく必要があるように思われる。

5. 開栓後のペットボトル飲料の保存方法と細菌の繁殖 (図20, 21, 22参照)

開栓後のペットボトル飲料の保存方法は、「常温の部屋」、「常温で持ち歩く」を合わせると、男女とも半数を超えた。また男女間には $p < 0.01$ の有意差が見られた。これは先述した女子の消費期間が男子よりも長いことと関連していると思われる。このことから、女子の方が「常温で持ち歩く」傾向が強いと考えられる。

これに対し、実験結果を温度条件別にみると、図20, 図21, 図22のようになった。5°Cの温度条件で測定された細菌は、開栓当日はa, c条件ともに10個以下と極めて少なかった。これに対し、b, d条件はすでに100個以上だった。3日後以降からa条件以外は急激に増加した。次に、20°Cの温度条件で測定された細菌は、開栓当日はa, c条件ともに10個以下と極めて少なかった。これに対し、b, d条件はすでに100個以上だった。また、1日後ですでにb, d条件が急激に増加し、残りのa, c条件は3日後から増加した。7日後は、b, d条件は106~107個まで増加した。最後に、30°Cの温度条件で測定された細菌は、開栓当日はa, c条件ともに10個以下と極めて少なかった。これに対し、b, d条件はすでに200個ほどだった。また、1日後ですでにb, d条件は急激に増加し、残りのa, c条件は緩やかな増加をしたが、7日後にはいずれの条件も増加が停滞していた。5°Cで保存した場合よりも20°Cや30°Cで保存した場合の方が、細菌の増え方は急激になっていることが分かった。また、保存方法(温度条件)が違っている場合でも、a条件の細菌数は他の条件に比べて非常に緩やかに増加しており、一方でb, d条件は急激に増加していることが分かった。その場合、1日後~3日後の間の細菌増加量が特に多かった。

以上をまとめると、大学生の半数は開栓後のペ

ットボトル飲料の保存温度や保存環境に対し、あまり冷蔵する必要性を感じていないという実態がうかがえた。そこで、消費者に対し、開栓後は当日中に飲みきるか、保存期間を必要とする場合には冷蔵庫に入れ、早めに飲みきるよう指導しなければならないと思われる。

6. 開栓後ペットボトル飲料の品質変化と細菌の繁殖

保存していたペットボトル飲料に何らかの品質変化を経験した者は1割~2割いた。経験した品質変化の内容は、「味が変わった」が最も多く、次いで「カビ発生した」、「匂いが変わった」、「沈殿ができた」、「色が変わった」、「異物発生」、「濁った」の順であった。

これに対し、大学生の約9割が普段実施している飲み方であるb条件「直接口をつけて飲む」で測定された細菌数は、どの温度条件でも開栓当日は $200 \sim 21 \times 10^3$ 個で、1日後は $73 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ 個、3日後は $1 \times 10^4 \sim 58 \times 10^5$ 個、5日後は $43 \times 10^4 \sim 28 \times 10^5$ 個、7日後は $25 \times 10^4 \sim 33 \times 10^5$ 個と増加した。また外観の変化は、3日後から20°Cと30°Cの緑茶に白色の沈殿物が発生し、日数が経過するにつれて緑茶の透明度がなくなった。

以上のことから、実験中にあらわれた白色の沈殿物や透明度の変化と調査で得られた数々の品質変化は類似している部分が多かった。また、実験で外観の品質変化が認められた1~3日後からの細菌数がそれ以前の細菌数よりも急激に上昇していることから、外観の品質変化と細菌数には何らかの関連があると思われる。しかし、品質変化を経験した人が少数である調査結果からも分かったように、今の保存方法に不安を感じている大学生は少ない。これは、口腔内細菌が混入しても当日から1日後以内で飲みきることが多いために、目立った品質変化は起きにくいと考えられる。ペットボトル容器の特長でもある丈夫さや密閉性は、長期保存に耐えうる充分なものになっているものの、中身の飲料自体は長期保存が可能ないように処理されているわけではない。また、私たちヒトの体には正常細菌叢と呼ばれる一群の細菌が生息している¹¹⁾。これらの正常細菌叢は主に感染の防御、生体内では合成できないビタミン類の合成、免疫系への刺激などの役割を果たしていると考えられている。成人では唾液1ml当たり約 $10^7 \sim 10^{10}$ 個の口腔内細菌があり、歯垢では1g当たり、約 $10^9 \sim 10^{11}$ 個になる¹²⁾ともいわれている。そして、常

に外部の菌を取り入れている口を直接飲み口につければ、この唾液1g中約 $10^7 \sim 10^{10}$ 個の大量の菌がペットボトルに移動する¹³⁾といわれており、すでに衛生的であるとは言いがたい。本来、食品衛生法¹⁴⁾ののっとして無菌に近い状態で製造されたペットボトル飲料であっても、開栓し直接口をつけて飲用した段階で、すでに菌に汚染されているのである。そして、それを常温で放置したり、持ち歩いて飲んだりすると、細菌が増殖することは必ずである。

7. 飲用後ペットボトル容器の再利用の実態と細菌の繁殖

飲用後のペットボトル容器を1度でも水筒代わりに利用したことがある者は、男子では3割以上、女子では6割以上で女子の方が高率だった。また、水筒に利用する際の洗浄方法では、「水洗い」が最も多く、男女とも6割以上だった。さらに、水筒の中身では、男子では「水道水」、女子では「家庭で作ったお茶」が最も多かった。つまり、大学生が飲用後のペットボトル容器を水筒として利用する場合、「水洗いした後に、家庭で作ったお茶や水道水を入れる」という条件が多いことが分かった。この条件の場合、ペットボトルの洗浄が衛生学上不十分で、安全な飲料であるとは考えられない。また、利用するペットボトル容器が以前に直接口をつけて飲んだものであった場合、細菌に汚染されている確率はさらに高くなることが予想され、その際の中身への影響は別容器に移したときの比ではない。

これに対し、b条件「直接口をつけて飲む」で測定された細菌数は、どの温度条件でも開栓当日は $200 \sim 21 \times 10^3$ 個で、1日後は $73 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ 個、3日後は $1 \times 10^4 \sim 58 \times 10^5$ 個、5日後は $43 \times 10^4 \sim 28 \times 10^5$ 個、7日後は $25 \times 10^4 \sim 33 \times 10^5$ 個と増加した。また、d条件「再利用」で測定された細菌数は、どの温度条件でも開栓当日は $130 \sim 11 \times 10^2$ 個で、1日後は $12 \times 10^2 \sim 23 \times 10^4$ 個、3日後は $37 \times 10^3 \sim 83 \times 10^5$ 個、5日後は $33 \times 10^3 \sim 34 \times 10^6$ 個、7日後は $71 \times 10^5 \sim 19 \times 10^6$ 個と増加した。つまり、どの温度条件でもb条件よりd条件の方の細菌が多く繁殖していることから、再利用したペットボトル容器のほうが、市販されているペットボトル容器よりも細菌が繁殖しやすい環境であるということが分かった。全国清涼飲料協会¹⁵⁾によると、飲用後のペットボトル容器は材質を確認し、キャップを外し、中をよくすすいでからつぶして

市町村のペットボトル収集日に排出するのが望ましいとされている。また、ペットボトル容器の材質はポリエチレンテレフタレートと呼ばれる樹脂¹⁶⁾で、それぞれ中身に合わせて専用に作られているため、飲用後別の飲料を入れることは適さない。特に熱湯などを熱い飲料をペットボトル容器に入れると、容器の変形や劣化を起し大変危険である¹⁷⁾としている。

以上のことから、飲用後のペットボトル容器は水筒代わりに再利用することは衛生上の問題があり、避けた方が良いと思われる。また、飲料以外の薬品や汚水を入れることも子どもが間違っただけで飲んでも恐ろしくあり、危険である。つまり、ペットボトル容器はあくまでも使い捨てのパッケージであり、別用途（特に水筒）で利用することは控えるようにした方がよい。2002年度、日本のペットボトル容器の生産量は44万トンであるのに対し、回収率はその54%と約半量¹⁸⁾であり、充分とはいえない。そこで、今後は飲用後のペットボトル容器はリサイクルするようにし、企業や自治体に対し消費者一人一人が協力する必要があると思われる。

【まとめ】

本研究では大学生410名を対象とし、500mlのペットボトル飲料の利用状況について調査を行った。また、開栓後の500mlのペットボトル飲料の細菌の繁殖状況を一般生菌法で測定した。

その結果、以下のような所見が得られた。

1. 500mlのペットボトル飲料の利用頻度で最も多かったのが男女とも「週に数本程度」で約6割だった。また利用する理由は、男女とも「保存ができるから」、「持ち運べる」、「飲みやすさ」等が多かった。
2. 消費期限表示から感じる認識期間では、男女とも「開栓した日のうち」が最も多く、男子は約34%、女子は約31%だった。これに対し、実際に飲みきる期間は、男女とも「開栓した日のうち」が最も多く、男女とも半数以上だった。
3. a条件「開栓のみ」で測定された細菌数は、すべての温度条件、時間条件とも22個以下で、外観の変化は見られなかった。
4. b条件「直接口をつけて飲む」、c条件「別容器に注いで飲む」、d条件「再利用」で測定された細菌数は、どの温度条件でも日数が経過するにつれて細菌数は増加し、7日目までにb条件

では最大 33×10^5 個まで、c条件では最大 47×10^3 個まで、d条件では最大 19×10^8 個までになった。また外観も日数の経過に伴って透明度の低下、白色の沈殿物の発生等の変化が見られた。

【文献】

- 1) 社団法人全国清涼飲料工業会：清涼飲料の常識，124～127，2003
- 2) 朝日新聞：青鉛筆，2003. 7. 19
- 3) 東奥日報：開栓後のペットボトル 冷蔵庫に保存早く飲んで！，2003. 9. 23
- 4) 斎藤義浩：ペットボトル繁殖細菌の危険度，AERA，No. 41：78～79，2002. 9. 30
- 5) 菅野尚子，景山知子，渡辺武明，浮島美之：PETボトル入緑茶飲料の有効成分及び品質保持に関する調査研究 一その2 開栓後の保存性一，静岡県環境衛生科学研究所報告，44：63～65，2001
- 6) 厚生省環境衛生局：食品衛生検査指針Ⅰ 検査法別，社団法人 日本食品衛生協会，103～106，1973
- 7) 厚生省環境衛生局：食品衛生検査指針Ⅱ 食品別，社団法人 日本食品衛生協会，454～456，1978
- 8) PETボトルリサイクル推進協議会：<http://www.petbottle-rec.gr.jp/date/index.html>
- 9) 社団法人全国清涼飲料工業会：おいしく楽しく飲もう！～賞味期限のはなし～，2002
- 10) 社団法人全国清涼飲料工業会：おいしく楽しく飲もう！開けたらお早めに！～PETボトルのはなし～，2002
- 11) 滝 龍雄：よくわかる細菌と感染のはなし，日本実業出版社，17，2000
- 12) 前掲書11)：44～46
- 13) 青木 阜：ここがおかしい菌の常識一え！ホントはそうなの清潔・不潔一，ダイヤモンド社，144，2000
- 14) 厚生労働省（食品衛生法）：<http://www.houko.com/00/01/S22/233.HTM>
- 15) 前掲書11) 45
- 16) 前掲書8)
- 17) 前掲書10)
- 18) 前掲書8)

(2004. 7. 28受理)