

清拭時の石けんのふき取り方法と その残留量に関する基礎検討

清水 妙子*

渡辺 千枝子**

塩原 知恵***

野本 昭三***

I はじめに

入浴できない患者の清潔保持のためにおこなわれる清拭において、皮膚に石けんをぬった後のふき取り回数を何回にすべきかについては、その判定規律が不明確なまま、一般に、ふき取りは2～3回として伝えられ、実施されているのが現状である。

このことに関して弘前大学の阿部氏等は、清拭の各ステップごとの皮膚表面のpHの推移を指標にして、ふき取り回数ごとの皮膚表面からの石けんの除去状況（石けんの残留状況）をとらえることを試み、このときのふき取り操作方法としては、タオルの含水量2種（固くしぼった場合と、ゆるくしぼった場合）、操作法2種（タオルを1往復させる法と2往復させる法）に分けて比較検討して、1往復法では4回で、2往復法では3回で、各々皮膚表面のpHは一定となり、ふき取りは、ほぼ十分と判定し、この場合のタオルの含水量の多い少いはふき取り回数を左右する因子にはなり得なかったと報告している¹⁾²⁾。

ただ、このように石けんの残留量を皮膚表面のpHで検知しようとするものについては次のような事柄が問題として考えられる。すなわち、1) 皮膚表面のpHは石けん分だけで定まるものでなく皮膚内部から分泌される物質によっても左右されるものであること。2) pHが水素イオンモル濃度の逆数の常用対数であることから、得られた数値(pH)をそのまま単純に直線的な計算処理に投入（加減乗除または有意差検定）すること自体、理論的に無理であること、3) pHとしての読みとり誤差（または測定誤差）の0.1は、これを水素イオン濃度に換算した上で計算すると、いずれのpHにあっても常に約25%の誤差に相当することから、このような実験に必須と考えられる一定の精密水準での測定が不可能ではないかということ、などである。

ちなみにこれを追試した我々の実験でも、十分に精密といえる計測値を得るに到らなかった。そのため、我々は石けん成分中のナトリウムまたはカリウムに物理的、化学的性質が近似し、かつ水道中にほとんど含有されていないリチウムイオンをトレーサーとして清

* 信州大学医療技術短期大学看護学科

** 元 同上

*** 同上

衛生技術学科

拭に用いる石けんに添加し、各ふき取り操作（ステップ）ごとに回収されるリチウム量を原子吸光分析法で測定し、その値を指標に皮膚からの石けんの回収状況を観察する方法を確立し、具体的な実験データを得たので報告する。

II 対象および方法

対象は、健康な成人女子で皮膚疾患のない者の上肢について実施した。清拭にはすべて、84×34 cm、重さ 70 g の綿のタオルを用いた。

方法は、リチウム（以下 Li と略す）をトレーサーとすることの妥当性を確認するための基礎実験 Ex-1 と、これを適用した実験 Ex-2 に分け、順次おこなった。

Ex-1-1. 炭酸塩を含む石けん溶液中での Li の溶解性の確認。

A, B 2 つの洗面器に温水 2 l ずつを用意し、B の洗面器内で石けんのついた上肢をゆすいだ後、A, B 両方に塩化リチウム溶液 (0.7 mol/l, pH 8~9) を正確に 2 ml ずつ加えよく混和し、それぞれから 10 ml ずつ 2 本の試験管に採取して a-1, a-2, b-1, b-2 とし、a-2, と b-2, には更に炭酸水素ナトリウムを 5 mg ずつ添加し、別に炭酸水素ナトリウムの 5 mg/10 ml 水溶液を調製して盲検とした。これらの各試料を 3000rpm 5分遠心した後、上清中の Li 含量を原子吸光光度計で測定して各試料 (a-1, a-2, b-1, b-2) 間の Li 含量に差があるかどうかを検討した。また、この際に別に用意した試料(0.03~0.4 m mol/l のリチウム溶液)により、原子吸光測定における再現性（精密度）および直線性の検定もおこなった。

Ex-1-2. ふき取りに用いたタオル中の石けんの、溶出操作と回収率に関する実験。

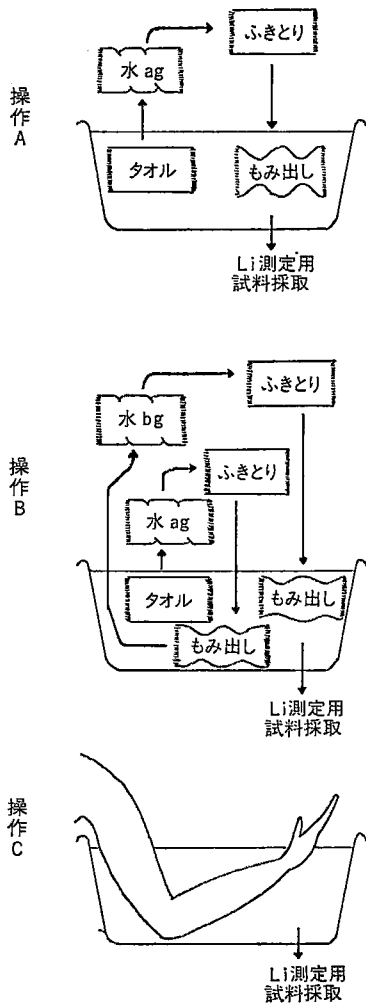
温水に浸した後、固くしぼったタオル（含水量約 85 g）10 本を用意しそれぞれに Li 溶液を混じた石けん溶液を 20 ml ずつふりかけよくなじませた後、2 本を一組にして A, B, C, D, E の 5 つのグループに分け、それぞれを温水 2 l を満した洗面器 10 個に順次投じてゆき、A, B は直ちに、C, D は 5 分放置後に、E は 10 分後に、それぞれ A, C は 10 回、B, D, E は 20 回のもみ出し操作をしてから固くしぼり出し、各ゆすぎ液中の Li 含量を別に用意した標準（タオルにふりかけたのと同じ Li-石けん混液 20 ml を 2.085 l の温水に加えて混和したもの）と比較して、ゆすぎ出し操作別の Li 回収率を求めた。

Ex-2. 適用実験

図-1 および表-1 に示すように Ex-2-1~Ex-2-5 まで 5 種の実験を各々 a, b, c, d 4 本の上肢についておこなった。

Ex-2-1. (図-1 の操作 A, 表-1 の No.1)

温水を含ませてゆるくしぼったタオルで左右いずれか一侧の上肢（腋窩を含む）をふき、同様に温水を含ませたタオルに石けんをつけてから、これに 0.7 mol/l の Li 溶液 (pH 8~9) 5 ml をふりかけてよく全体になじませ、上肢全面に塗布し（ここまですてップ 0 とする）、次いでタオルを新しいものに換え、新たに 2 l の温水を入れた洗面器の中で固



図一 各実験で用いたふき取り操作の図解

表一 各実験別のふき取り操作内容

Ex. No.	1	2	3	4	5
操作					
A	4回 a = 85	3回 a = 85	—	3回 a = 100	3回 a = 180
B	—	—	2回 a = 180 b = 85	—	—
C	—	1回	1回	1回	1回
計	4回	4回	3回	4回	4回

A, B, Cは図一1の操作法を示す。

a, bは、それぞれタオルの含水量 (ml)を示す。

くしぼり (含水量約85 g)、その1/8の面で前腕を、他の1/8の面の上腕を各々5往復し、手の部分はその両面でふき取り、このタオルを洗面器内の温水にもどして十分に (実験 Ex-1-2のCの操作に準拠して) ゆすぎ出し、この液の約10 mlを小試験管に採取してLi含量測定用にした (ステップ1)。次いで、タオル、洗面器、温水を新しいものに換え、同様のふき取り操作を繰り返す、タオルのゆすぎ液を採取した (ステップ2)。この操作を更に2回追加し (ステップ3, 4)、合計4つ (ステップ1から4まで) のゆすぎ液についてLiの相対含量を原子吸光分析法で測定し、Liの減衰曲線 (すなわち石けんの減衰曲線) を求め、ふき取り操作を更に継続した場合に得られる石けんの消退曲線を推計学的に求めた。これにより各ス

テップのふき取り操作終了ごとの石けんの回収量 (ステップ0で塗布された石けんの総量に対する回収率) を求めた。

Ex-2-2 (図一1の操作A+C, 表一1のNo.2)

Ex-2-1と同様Liを含む石けん液を上肢全面に塗布し (ステップ0)、次いで3回のふき取り (ステップ1, 2, 3, 各々ゆすぎ液を採取) をほどこした後にステップ4として2lの温水で上肢を洗い流して皮膚表面の石けん分をほぼ完全に温水中に洗い出し、Ex-2-1と同様各ゆすぎ液中のLi量を測定して各ステップごとの石けんの回収率を求めた。

Ex-2-3 (図一1の操作B+C, 表一1のNo.3)

Ex-2-1のステップ0と同様の処置を上肢にほどこした後、新しい洗面器内の2lの温水中でタオルをゆるくしぼったもの (含水量180 g) で1回拭き取り、次いでこのタオルを

その洗面器内で再びゆすいで固くしぼったもの（含水量85g）で再度上肢をふき取って、同じ洗面器内でそのタオルを十分にゆすぎ、その液を小試験管に採取してステップ1とし、次いで洗面器、温水、タオルを更新して同じ操作をくり返しステップ2とした後、Ex-2-2のステップ4と同様上肢全体を2lの温水でほぼ完全に洗い流し、同様に各ゆすぎ液中のLi量を測定して各ステップごとの石けんの回収率を求めた。

Ex-2-4（図-1のA+C、表-1のNo.4）

Ex-2-2と同様の操作を含水量100gのタオルでおこない、各ステップごとの石けんの回収率を求めた。

Ex-2-5（図-1の操作A+C、表-1のNo.5）

Ex-2-2と同様の操作を含水量180gのタオルでおこない、各ステップごとの石けんの回収率を求めた。

III 結 果

基礎実験 Ex-1のうち、炭酸塩を含む石けん溶液中でのLiの溶解性を確める実験 Ex-1-1では、すべての試料の上清中のLi濃度に差が認められなかった。従ってLiは石けんで上肢を洗ったゆすぎ液に重炭酸を添加した液の中でも完全に溶液として存在することを示す結果であった。また、この際おこなった原子吸光分析の再現性をみた実験では、図-2に示すように、Li濃度0.037~0.42mmol/lの範囲で変動系数は約1%であった。次に、タオルにふき取られた石けん分を温水中にゆすぎ出す（回収する）際の操作の仕方と回収率の関係を確めた実験（Ex-1-2）では、操作A、B、C、D、Eに対して各々の回収率は95.3、98.2、99.7、99.8、99.8%であった。

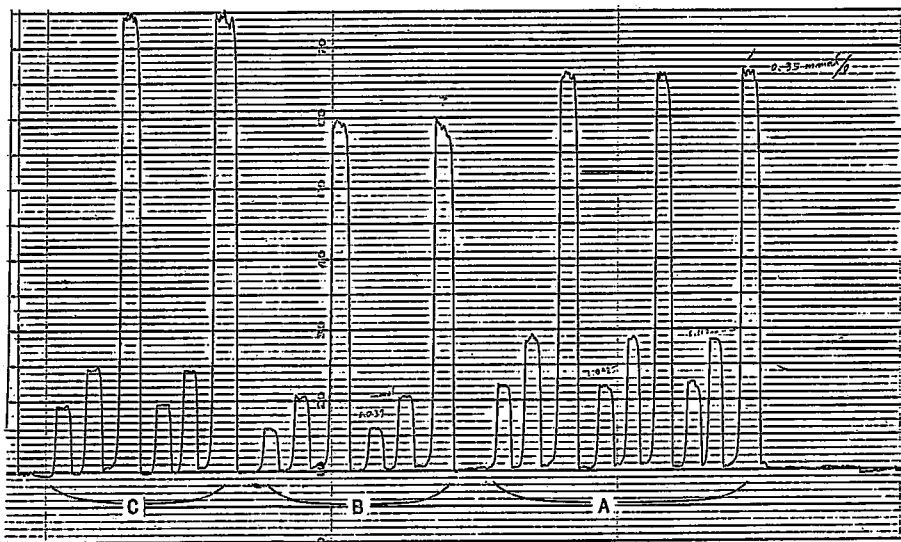


図-2 原子吸光分析におけるくり返し測定の実測記録。

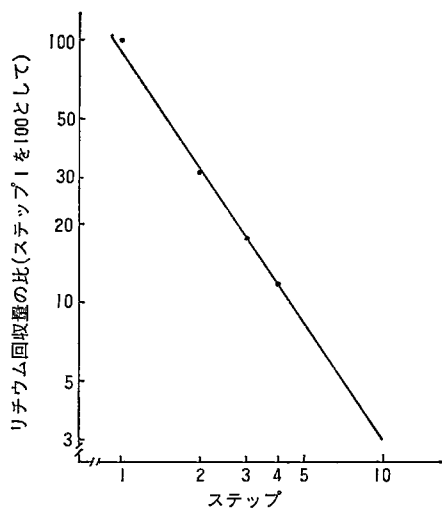


図-3 Ex. 2-1 と 2 の各ステップごとに得られたゆすぎ液中のリチウムの相対濃度(平均値)の推移(ステップ1の濃度を100として比較した)

表-3 各実験のステップ毎のリチウム回収率(%)

ステップ	1	2	3	4
Ex. 2-2 a	44	16	9	
Ex. 2-2 b	41	12	8	
Ex. 2-2 c	42	21	8	
Ex. 2-2 d	57	11	9	
mean	46 (46.5)	15 (14.4)	8.5 (8.2)	
Ex. 2-3 a		65	21	
Ex. 2-3 b		76	16	
Ex. 2-3 c		73	16	
Ex. 2-3 d		77	13	
mean		73	16.5	
Ex. 2-4 a	59	15	7	
Ex. 2-4 b	50	16	8	
Ex. 2-4 c	56	20	9	
Ex. 2-4 d	51	18	12	
mean	54	17	9	
Ex. 2-5 a	56	24	11	
Ex. 2-5 b	62	17	10	
Ex. 2-5 c	66	15	7	
Ex. 2-5 d	62	17	10	
mean	62	18.2	9.5	

() 内は Ex. 2-1 で求めた式より計算した値

表-2 Ex-2-1 と 2-2 におけるリチウムの相対回収量

ステップ 対象	1	2	3	4
Ex. 2-1 a	100	24	14	7
Ex. 2-1 b	100	30	17	14
Ex. 2-1 c	100	40	19	11
Ex. 2-1 d	100	24	19	15
Ex. 2-2 a	100	38	20	—
Ex. 2-2 b	100	27	20	—
Ex. 2-2 c	100	40	17	—
Ex. 2-2 d	100	25	15	—
mean	100	31	17.6	
回収率の 推 計 値	46.5	14.4	8.2	

表-4 各実験のステップ毎のリチウム残存率

ステップ	1	2	3	4
Ex. 2-2	54	39	30.5	
Ex. 2-3		27	10.5	
Ex. 2-4	46	29	20	
Ex. 2-5	38	20	10.3	

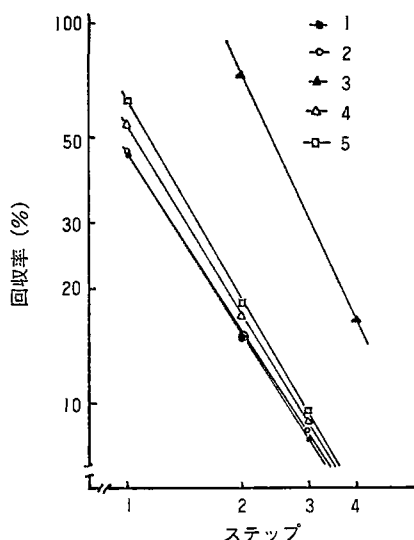


図-4 Ex. 2 の 1~5 におけるそれぞれのステップ別回収率(ステップと回収率の関係)

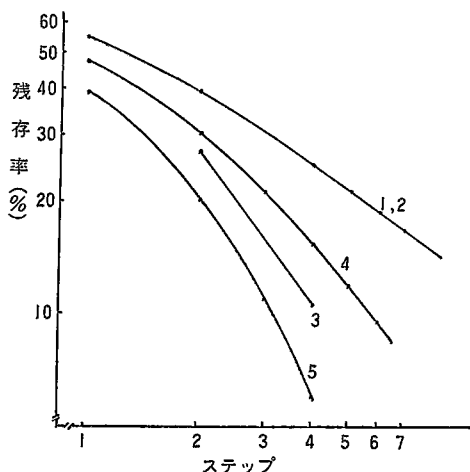


図-5 Ex. 2-1~5 におけるそれぞれのステップ別の残存率
(ステップと残存率の関係、両対数グラフ上)

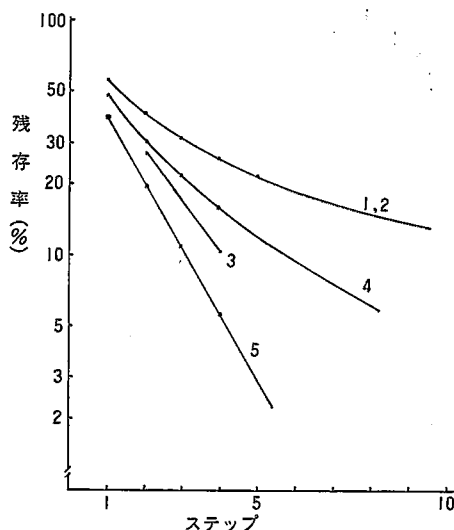


図-6 Ex. 2-1~5 におけるそれぞれのステップ別の残存率
(ステップと残存率の関係、片対数グラフ上)

適用実験 Ex-2 では含水量 85g のタオルで 4 回 (または 3 回) ふき取った実験 Ex-2-1 および Ex-2-2 で、各々のステップ 1 で得られたゆすぎ液中の Li 濃度を 100 とし、以後のステップのゆすぎ液中の Li 濃度をこれの比、すなわち相対濃度、または相対回収量として求めて表-2 が得られ、これら各ステップ別の平均値 100, 31, 17.6, 11.8 を両対数グラフにプロットしたところ図-3 に示すようにほぼ直線上に分布した。このことは、ステップ (x) に対する Li の相対回収量 (y) の関係が $\log y = \log a + b \log x$ となることを意味し、上述の各ステップごとの平均値をこれに代入して $y = 97.8 x^{-1.59}$ が得られた。また、この式の x にステップ 1 から 100 までを代入して 100 回のふき取りまでの相対回収量の総和 215 を得、これを、はじめに上肢に塗布された Li の総量とみなして、ステップ 1 から 4 までのそれぞれの Li 回収率を求めた (表-2 の下段)。

Ex-2-2 ではステップ 4 (上肢全体を洗い流す) までに回収された Li を、はじめに上肢に塗布した総量とみなして、各ステップごとの回収率を求めた (表-3)。表-3 の各ステップの回収率の平均値は表-2 で得られた推計値とよく近似した。

Ex-2-3, 4, 5 についても、上と同様に各ステップごとの回収率・残存率を求めた (表-3, 4)。また、表-3, 4 の数値を両対数または片対数グラフ上にプロットして図-4, 5, 6 を得た。

IV 考 察

今回我々が Li を石けんのトレーサーとして用いたのは、Li が通常の環境下にはほとん

ど存在せず（コンタミを受けにくい）、また、通常の人々の皮膚にもほとんど存在しないこと、石けん中に含まれる Na や K ともその化学的性質が近似していること、Li の測定に原子吸光分析法を用いると類似の共存金属からの干渉をうけずに極めて簡単に正確で精密な測定が可能であることなどからである。ただひとつ懸念されたことは Li の溶解性である。つまり、皮膚表面の汚れを含む石けん液には HCO_3^- や HPO_4^{2-} など種々雑多な物質が含まれており、このような複雑なマトリックス中で Li^+ が沈殿することなく溶液として存在するかということであった。そこで Ex-1-1 として、上肢を洗った石けん液中で、Li 濃度を 0.7 mmol/l （これは我々の実験中に得られる最大濃度の約 2 倍に相当する）とし、さらに NaHCO_3 を約 6 mmol/l 添加した条件下でこの溶解性についての検討をした。その結果、これらの条件下では Li は十分な溶解性を有し、トレーサーとして用い得ることを確認した。また、Ex-1-2 より、タオルに付着した Li は温水中に 5 分放置の後 10 回のもみ出し操作で十分な回収率を得ることを確認した。

一方、原子吸光分析法で得られるシグナルは、前述の濃度の範囲内で図-2 に示したように十分な再現性と直線性を有していた。

また、塩化リチウム溶液の pH を 8~9 にしたのは、石けん水の pH に近似させるためであり、これは石けんの発泡力低下を防ぐためでもあった。

次に、応用実験 Ex-2 の 1 と 2 では、両者ともタオルのしぼり方をこれまで一般におこなわれているごく平均的なやり方（含水量 85 g ）で実施し、Ex-2-1 では、各ステップごとの Li の相対濃度の推移が両対数グラフ上でほぼ直線を示し、それから回帰式 $y = 97.8 x^{-1.59}$ が得られ、この式を用いて推計学的に各ステップごとの回収率（または残存率）を求めることができた（推計法）。

一方、Ex-2-2 では最後のステップ（ステップ 4）で対象になった上肢全体を温水で洗い流して残存 Li を完全に回収（図-1 の操作 C）して実測することにより、各ステップの回収率（または残存率）を求めた（実測法、表-3、4）のであるが、この Ex-2-1 の推計値と Ex-2-2 の実測値は表-3 または図-4、5、6 の中に見られるように、極めてよく一致している。このことはおそらく本法の優れた定量性によりもたらされたものと考えられる。

次に、これら Ex-2-1 または 2 と、タオルの含水量を増加させた Ex-2-4、5、およびタオルの含水量を交互に変化させた Ex-2-3 の結果を図-5、6 の中で比較すると、タオルの含水量が多い程、残存率の低下速度が大きいことが極めて明確にわかる。そしてこれとは別にタオルの含水量の少ないものほど両対数グラフ（図-5）の中で直線に近づき、含水量の多いものほど片対数グラフ（図-6）の中で直線に近づいていることが示されている。このうち、片対数グラフで直線になる現象については、一定の比率で物が順次希釈されていく場合にみられる現象である。すなわち、具体的なモデルで示すと、 $a \text{ ml}$ ずつ水の入っている試験管の系列の一番端の試験管に $b \text{ ml}$ の塩水（濃度 $c \text{ mol/l}$ ）を加えて混和し、その混和した液の $b \text{ ml}$ を次の試験管に加えて混和し、ということを順次くりかえしていくと、試験管の番号 x と、その内容液の濃度 y の関係は、 $y = c \times \left(\frac{b}{a+b} \right)^x$ の式に

従うことになり、これは片対数グラフ上で直線になる。すなわち、Ex-2-5にあてはめると、 c ははじめに上肢に塗布された石けん液中の Li 濃度、 b はその量 (mI)、 a はタオル中の水のうち皮膚上の石けん液の希釈に関与した水の量 (mI) ということになり、図-6の5が示している直線の回帰式は、 $y=72.95 \times 0.525^x$ となる。つまり、皮膚表面では各ステップごとに皮膚上の石けん液とほぼ等量のタオルからの水とが混合した後分離され、皮膚上の石けん液の濃度はその都度、ほぼ 1/2 に低下していくことを示している。

これに対して水分量の少ないタオルでは、 $y=c\left(\frac{b}{a+b}\right)^x$ における a の値が小さくなり、従って皮膚上での希釈現象は少なく、かつ部分的となり、ここで起こる現象の大部分は、おそらく石けん分のこすり取りと吸収といったものとなって $y=ax^b$ 、 $\log y = \log a + b \log x$ に集約されるようになるものと考えられる。また、この場合は、前述の $y=c\left(\frac{b}{a+b}\right)^x$ と比較して石けんの除去効率は著しく低下することになる。一方、Ex-2-3の場合のように水分量の多いタオルと少ないタオルを交互に組み合わせた場合は、希釈の対象となる液量 b を、水分量の少ないタオルでふき取って減らす (b を小さくする) ことにより、皮膚表面の石けん分の濃度低下はいっそう速まるものと考えられる。今回の実験データでは、タオルの含水量が多いほど回収効率が高いことを示しているが、患者の感覚を加味した場合、水分が多過ぎると快適でないこともある。また、この含水量と患者の感じる感じ方の関係には、清拭を実施している部屋の温度も関与するはずで、室温が適温に保たれていれば多少タオルの含水量が多くても患者は不快感をもたないかもしれないし、逆に室温が低い場合には、できるだけ固くしぼったタオルを求めることも考えられる。従って一般的な表現としては、“室温を考慮しながら、できるだけタオルの含水量は多くすることがよい” というのがここでの一つの結論になろう。

以上、今回の実験で明らかになったことをまとめると次の3つになる。すなわち、

1. Li は清拭における石けんの回収率 (残存率) を測定する上でのトレーサーに適しており、これを用いた場合は皮膚に塗布した石けんが拭われてゆく様子を定量的に観察することが可能になる。

2. 清拭に用いるタオルの含水量を多くすることには“快適性を欠かぬようにする”という実際面からの制約を受けて一定の限度があるはずであるが、その限度内で、含水量を多くするほど皮膚表面での希釈の現象が高まって石けんは除き易くなる。一方、含水量を少なくした場合は主としてこすり取り現象だけになって、石けんの除去効率は著しく低下する。

含水量 180g のタオルで2回拭ったものと含水量 85g のタオルで5回拭っものを比較すると後者の石けん残存率の方が高い (図-5)。

3. 含水量の多いタオルと少ないタオルを交互に用いるのがもっとも石けんの除去効率が良く、かつ実際的な清拭法と考えられ、この手法による1回 (ワンサイクル) の石けん除去効果は、含水量の少ないタオルのみによる4回の拭き取り操作で得られる除去効果にほぼ近いものになる。

文 献

- 1) 阿部テル子・他：清拭時の石けんの皮膚残留に関する検討，第12回日本看護学会看護総合集録(2) 79，日本看護協会出版会 1981
- 2) 西沢義子・他：清拭時の石けん拭取り方法に関する検討，第13回日本看護学会看護総合集録，80 日本看護協会出版会 1982

(1986年9月30日 受付)