次亜塩素酸ナトリウムを用いたアルジネート印象用消毒・固定兼用液

－印象の寸法安定性およびセッコウ模型面粗さの検討－

市丸　俊夫，斎藤　設雄，永田　勝秀
岩手医科大学歯学部歯科理工学講座
（主任：亀田　　務　教授）

（受付：1996年1月31日）
（受理：1996年3月29日）

Abstract : We prepared a disinfectant-fixing combined solution (NCK) for an alginate impression containing 1%NaClO－0.2%$CaCl_2$－1%K_2SO_4. Calcium chloride ($CaCl_2$) inhibited swelling of the impression at a concentration of 0.15%, therefore, the surface roughness of the stone cast was improved. Potassium sulfate (K_2SO_4) itself showed a property that inhibited swelling of the impression. With calcium chloride, K_2SO_4 stabilized the size of the impression for long hours by inhibiting consecutive shrinking of the impression, which was attributed to the uptake of calcium into the impression. Changes in sizes of the impression immersed in a 1% NaClO solution for 60 min and surface roughness of the stone cast set against it were 0.78% and 1.45μm (mean values of 4 products) respectively. However, those values were reduced to －0.16% and 1.04 μm when the impression was immersed in a solution of NCK. The results showed that the values for the solution of NCK were significantly lower than the values for the solution of 1% NaClO.

Accordingly, NCK may be an excellent disinfectant-fixing combined solution for fixing an alginate impression and stabilizing the size of it.

Key words : disinfectant, fixing, impression, stone cast

緒　　言

最近，歯科領域における院内感染の防止には，厚生省をはじめ[1)] WHO[1)]，ADA[2)]，BDA[3)]，CDC[4)] などの機関から感染コントロールプログラム，あるいは各診療機関が独自にマニュアルを作り努力が払われつつある。しかし，これらは診療用器具，材料，スタッフ，診療室など多くの点で改善や処置が必要である。著者らは従来アルジネート印象材[5)]について研究を行ってきた関係から，それらマニュアルの「アルジネートの消毒」に関する部分を見ると，いずれも印象を消毒してから他の従事者に渡すこと，また，用いる薬液などの記載があるものの浸漬時間や具体的な処置については明確ではない。これらは印象を対象とした消毒法というよりも，一般的な消毒法にすぎず，消毒を実施した場合における印象の物性や精度への影響が未知であるため，より具体的な記載が困難であったものと推察される。周知のように印象は経時的な変形が大きいため，採得後，可及的速やかにセッコウを注入し，模型を作製すべきで

Disinfectant-fixing combined solution for alginate impression using sodium hypochlorite.
Toshio Ichimaru, Setsuo Saito, Katsuhide Nagata
(Department of Dental Technology, School of Dentistry, Iwate Medical University, Morioka, 020 Japan)

岩手県盛岡市中央通1丁目3－27（〒020）

Table 1. The materials of this experiment, including alginate impression materials and reagents, their conditions of use, and the composition of a trial disinfectant-fixing combined solution (NCK).

Materials	Code	Lot No	Manufacturer	W/P	Mixing time
Impression material					
Hi-technicol	HTC	180625	G-C	2.41	45 sec
Algiace super	ALS	256-007	Sankin	2.43	45
V algix	VAL	23770722	Hakko chemical	2.23	45
Tokuso new A-1	TOK	3321044	Tokuyama soda	2.61	45
Algiace powder	ALP	244-538	Sankin	2.23	45
Dental stone					
Sunstone	SUN	250-26	Sankin	0.24	60
Disinfectant and other single solution					
Sodium hypochlorite	NaClO	412E1881	Kanto chemical		
Calcium chloride	$CaCl_2$	LKM2553	Wako pure chemical		
Potassium sulfate	K_2SO_4	412E1768	Kanto chemical		
Disinfectant-fixing solution					
NCK solution　1.0% NaClO−0.2% $CaCl_2$−1.0% K_2SO_4					

あるとされてきた。したがって，今消毒の必要性から薬液に浸漬あるいは他の処置を行うとしても，研究データーが不十分であるため妥当な方法について言及し得なかったと思われる。印象を消毒することによって生じる問題点は消毒効果については勿論であるが，精度の高い模型が得られるか否かが重要である。理工学的にはこの点に関する指標として薬液処理による印象の寸法変化，また，模型の面あれの有無や硬さ，細線の再現性などが考えられる。

著者らは現在多用されているアルジネートについて消毒・固定兼用液の作製を目的として，次亜塩素酸ナトリウム，次亜塩素酸カルシウム，グルタルアルデヒドなどについて，これらに塩化カルシウムと硫酸ナトリウムの添加が，印象の吸水量の調節や面粗さの改善に効果的であることを見い出し，既に報告[6]した。本稿では添加物であるCa量の多少が印象の寸法変化や模型面粗さに与える影響，Ca溶液に浸漬した印象が取り込むCaイオン量，さらに次亜塩素酸ナトリウム，塩化カルシウム，硫酸カリウムの3物質から成る消毒・固定兼用液について，実用性を考慮して精密に調整し，印象寸法の安定性や模型面粗さなどから評価したのでその結果を報告する。

材料および方法

1．実験材料

本実験に用いたアルジネート（市販の4製品）や薬液などの材料および使用条件，また，試作した消毒・固定兼用液（NCK液）の組成をTable 1に示す。なお，NCK液の次亜塩素酸ナトリウム濃度は原液量を示す。

2．実験方法

1）使用溶液中における印象の寸法変化の測定

各印象を水道水（20℃）を用いてメーカー指定の混水比で45秒間，手練和し，60×10×5㎜のアクリル製枠に塡入した。8分後に印象を撤去し，その両端（40㎜間隔）に寸法変化測定用の標点とするため，長さ8㎜，直径0.8㎜，先端部直径3μmのステンレス製の針を植立し，練和開始より10分後に溶液（20℃）に浸漬した。

Table 2. Dimensional changes (%) and mean values (standard deviation) of 5 alginate impression materials (ALP, HTC, ALS, VAL, and TOK) immersed in 6 solutions used [water, 0.15%$CaCl_2$, 0.5%$CaCl_2$, CK (0.15%$CaCl_2$−1.2%K_2SO_4), 1%NaClO, and NCK] for 60 minutes.

Solutions	Alginate impression materials					5 Materials Average %	4 Materials Average %
	ALP	HTC	ALS	VAL	TOK		
Water	1.56	1.27	1.22	0.70	0.62	1.07 (0.40)	0.95 (0.33)
0.15%$CaCl_2$	0.24	−0.04	0.47	−0.12	−0.27	0.056 (0.29)	0.01 (0.32)
0.5%$CaCl_2$	−1.29	−1.72	−1.19	−2.00	−1.59	−1.55 (0.32)	−1.62 (0.33)
CK	0.20	0.12	0.37	0.07	−0.10	0.13 (0.17)	0.11 (0.19)
1.0%NaClO		0.92	0.93	0.77	0.50		0.78 (0.20)
NCK		−0.20	0.10	−0.19	−0.37		−0.16 (0.19)

( ) represents standard deviation

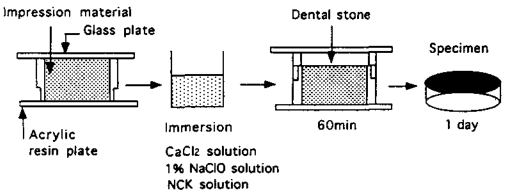

Fig.1. The impression materials were manually mixed with water for 45 seconds with the W/P ratio specified by the maker. After being filled into a vinyl chloride round mold, the materials were loaded in 1 kgf to be welded to a glass plate under pressure (Left side figure). Eight minutes later the alginate impression were removed from the molds to be immersed into each solution for a specified time (Center of the figure). The impressions were rinsed with tap water, and a stone mix was poured. Sixty minutes later, stone casts were removed (Right side of the figure) to measure the surface roughness Ra (μm) of the casts after one day.

溶液は直径 90 mm，深さ 15 mmのプラスチックシャーレを用い，試片が同時に 4 本まで計測できるようにその底部に直径 3 mm，長さ 50 mmのアクリル棒 5 本を 11 mm間隔にそれぞれ平行に接着剤で固定し，さらに試片の下面全体が直接シャーレと密着するのを避けるため，アクリル棒間に直径 1 mm，長さ 65 mmのステンレス線を 5 mm間隔で 2 本平行に接着剤で固定し，その上に試片を静置した。寸法変化は試片が溶液（約 50 mℓ）に没した直後より，水面上に突出した標点間隔をマイクロメーター付万能投影機（V−12，NIKON）を用い，拡大率 20 倍にて経時的に測定した。

2）セッコウ模型面粗さの測定

Fig.1 に面粗さ測定用試料の作製方法を示した。1）と同様の条件の印象練和物を塩化ビニール製円筒に塡入し，1 kgf の荷重を加えてアクリル板により圧接した。8 分後に印象を撤去し，用いた各溶液に所定の時間浸漬し，取り出した直後に軽く水洗して，60 秒間，手練和した硬質セッコウを注入した。60 分後，硬化体を型より抜き取り，これを試料とした。コントロールとして，印象撤去直後にセッコウを注入した試料（non-treated, NT）および撤去後に軽く水洗してセッコウを注入した試料（rinsing water, RW）を作製した。

表面粗さの測定には表面粗さ形状測定機（サーフコム 550 A，東京精密）を使用し，触針半径 5 μm，測定荷重 0.4 gf，基準長さ 2.5 mm，カットオフ値 0.8 mm，測定速度 0.3 mm/min の条件下で中心線平均粗さ（Ra，μm）を測定した。試料の Ra 値は各条件について 3 個の試料を作製し，各 10 点の測定値より平均値を求めた。

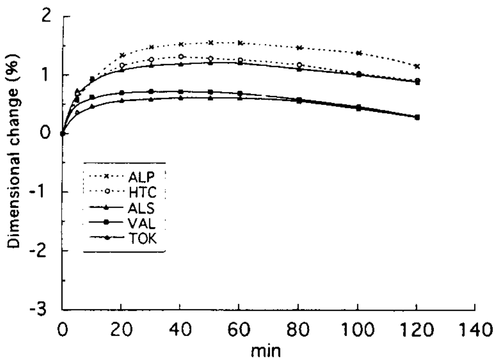

Fig.2. Dimensional changes (%) over time in 5 alginate impression materials immersed in water.

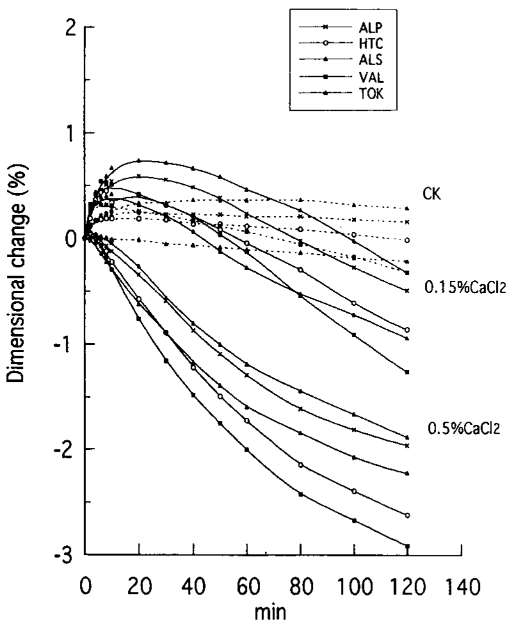

Fig.3. Dimensional changes (%) over time in 5 alginate impression materials immersed in 0.15%$CaCl_2$ (Upper group of the figure), 0.5%$CaCl_2$ (Lower group of the figure), and CK (0.15%$CaCl_2$−1.2% K_2SO_4) solution (Dotted line group).

3）塩化カルシウム溶液中のCaイオン濃度測定

1）と同様に60×10×5㎜の印象試料を4本作製し，50㎖の溶液を入れた同容器内にこれを浸漬した。そして浸漬直後より該液中のCaイオン濃度を経時的に測定した。測定にはpH／イオンメーター（720 A，オリオンリサーチ），同カルシウムイオン電極（93−20）を用いた。

4）使用溶液中における印象の重量変化の測定

1）の条件で練和した印象材を直径20㎜，高さ15㎜のアクリル製円筒に塡入し，その上面を1 kgfの荷重を加えて圧接，8分後に印象を撤去して上皿天秤で重量を測定した。つぎに各溶液（20℃）に浸漬し，30分後および60分後に試料を溶液より取り出し，試料面の付着水分を濾紙で軽く除いて重量を測定した。

結　　果

1．印象の寸法変化におよぼす使用溶液の効果

印象の寸法の安定性に関するNCK液の性能を評価する目的で，Fig.2に示すように，印象の水中における寸法変化（%）を調べた。いずれの製品も浸漬初期に大きく膨張し，ピークに達した後，徐々に収縮した。ピーク時間はValgix（VAL）が20分後，Tokuso new A−1（TOK）が60分後と製品により異なっていた。Table 2に各製品ごとに60分後の寸法変化（60分値）を示す。60分値は製品により大きく異なり，Algiace powder（ALP）が最大で1.56%，TOKが最小で0.62%であり，他はそれらの間にあった。5製品の平均値（偏差）は1.07（0.40）%であった。

Fig.3は0.15% $CaCl_2$液中での寸法変化を示す。水中に比べていずれの製品も同様に初期に膨張のピークが見られた。しかしピーク時間が短く明瞭であり，かつ，経時的収縮量が大きい。60分値でみると各製品はAlgiace super（ALS）の0.47%からTOKの−0.27%の範囲にあり，それらの平均値（偏差）は0.056（0.29）%であった。該液はいずれの製品についても膨張を抑制しており，水との差はALPとHi-technicol（HTC）がほぼ1.3%で最も大きく，ALSが0.7%で最も小さく，抑制の程度は製品により異なった。

また，Fig.3に0.5% $CaCl_2$液中の寸法変化

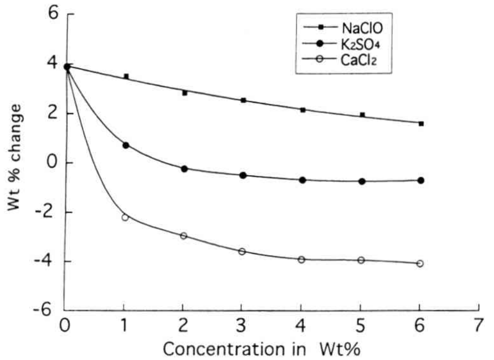

Fig.4. Alginate impressions (HTC) were immersed into 3 chemical solutions (NaClO, K_2SO_4 and $CaCl_2$) selected as components of a disinfectant-fixing combined solution (NCK) for 60 minutes. The weight change (Wt%) of the impression in each chemical was expressed as a function of solution concentration (Wt%).

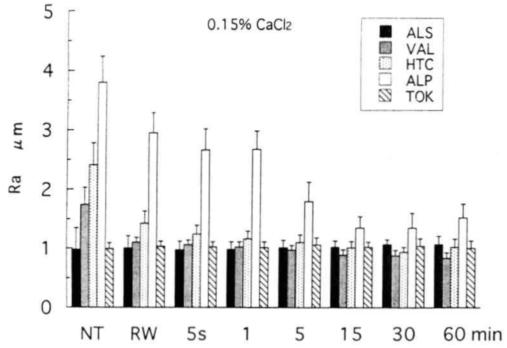

Fig.5. The surface roughness Ra (μm) of the stone casts obtained from 5 alginate impression materials ; immersed in 0.15% $CaCl_2$ for specified times (5 sec., 1, 5, 15, 30 and 60 min.), and NT (non-treat), RW (rising water).

を示した。0.15% $CaCl_2$ と比較して初期の膨張はごくわずかに見られたが，値は極めて小さく，TOK では浸漬直後より一過性の収縮を示した。いずれの製品についても経時的な収縮量は明らかに増加していた。60 分値は，ALS の − 1.19 から VAL の − 2.00 の範囲であり，平均値（偏差）は − 1.55（0.32）% であった。$CaCl_2$ 液は印象のピーク時の膨張を大きく抑制し，同時に経時的な収縮量も増す効果が認められ，その程度は濃度が高いほど大きかった。

Fig.4 は消毒・固定兼用液の成分として選んだ $CaCl_2$, K_2SO_4, NaClO の 3 種の化合物についてその単独液に印象を浸漬し，重量変化（Wt%）の 60 分値を濃度（Wt%）に対して図示した。3 者いずれも濃度の増加に対して重量は減少しており，印象の吸液量が抑制されていた。しかもその効果は $CaCl_2$, K_2SO_4, NaClO の順に大きく，化合物の種類により異なることがわかった。消毒作用が強い NaClO 液中の印象重量は濃度にほぼ比例して直線的に減少するが，その度合いが比較的小さいこと，また，消毒を目的とした場合には通常 0.1% から1% の濃度で使用することなどから，その濃度を変えて印象の寸法調節を期待するのは困難であった。つぎに K_2SO_4 も膨張を抑制することができ，濃度が2%程度であれば 60 分値をほぼ零にすることができた。したがってこれは寸法変化の調節用として有効であると考える。しかし両者いずれもセッコウ模型の面あれ改善に特に有効な化合物ではなく，消毒・固定兼用液の設計としては寸法の安定性の点から K_2SO_4 および $CaCl_2$ を，また，面あれ改善の点から $CaCl_2$ の使用が妥当である。

Fig.3 に，0.15% $CaCl_2$ − 1.2% K_2SO_4（CK 液）について印象の寸法変化（点線）を示した。0.15% $CaCl_2$ と比較して，ピーク値が約半分に減少し，60 分値は ALS の 0.37 から TOK の − 0.10% の範囲にあり，また，市販の 4 製品が ± 0.2% に納まっていた。60 分値の平均値（偏差）は 0.13（0.17）%で，0.15% $CaCl_2$ の平均値（偏差）0.056（0.29）%に比べてやや大きいが，ピーク値が低下しかつ偏差も減少していた。この結果より 0.15% $CaCl_2$ に加えた 1.2% K_2SO_4 はどの市販の製品に対しても経時的な寸法変化を平坦化するのに有効であり，両者から成る溶液は消毒の目的で印象を長時間にわたって浸漬するのに優れていることがわかった。

2. 模型面粗さ（Ra）におよぼす使用溶液の効果

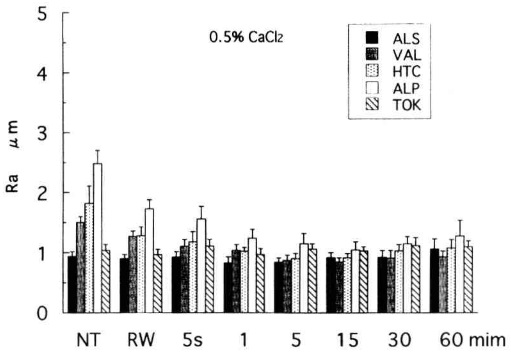

Fig.6. The surface roughness Ra (μm) of the stone casts obtained from 5 alginate impression materials ; immersed in 0.5% $CaCl_2$ for specified times (5 sec., 1, 5, 15, 30 and 60 min.), and NT (non-treat), RW (rinsing water).

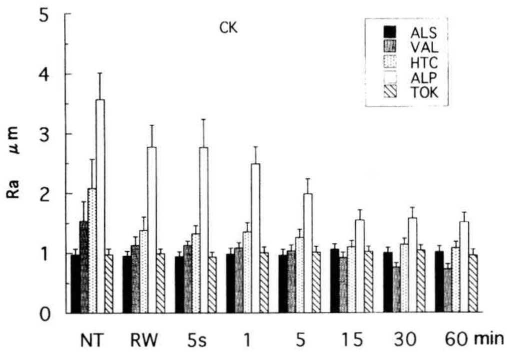

Fig.7. The surface rouhgness Ra (μm) of the stone casts obtaind from 5 alginate impression materials ; immersed in CK (0.15%$CaCl_2$－1.2%K_2SO_4) for specified times (5 sec., 1, 5, 15, 30 and 60 min.), and NT (non-treat), RW (rinsing water) .

Fig.5は0.15% $CaCl_2$液に浸漬した印象より得られる模型のRaを示した。Raの検定には市販の各製品ごとに溶液への浸漬処理（時間）について一元配置分散分析を行った。RaはTOKを除き全ての製品に処理による有意差が認められた（$p< 0.05$）。TOK，ALS以外はNTに比べRWで低下していた。ALPおよびHTCではそれぞれ15分，30分に最小値が見られ以後漸増した。VALでは時間とともに順次低下しており，60分が最小値であった。ALSでは5秒と1分がほぼ同値で最小値となり，以後漸増している。各群の平均値は15分，30分が同値で最小値（偏差）1.05（0.39）㎛であった。0.15% $CaCl_2$液処理ではALS，TOKには顕著なRaの変化が見られず，それ以外は有効であった。特にALP，HTCなどのNTでRaが大きい製品ほど改善度が大きい。しかし浸漬時間にはRaが最小となる最適値があり過度の浸漬ではかえって増加した。

Fig.6は同様に0.5% $CaCl_2$液について行った結果を示した。Raは全ての製品について処理による有意差が認められた（$p< 0.05$）。NTに比べRWはいずれも低値であり，ALPでは15分で，また，HTC，VALはともに5分で最小値となり以後増加した。ALSおよびTOKも1分で最小となり以後増加していた。8群のうち平均値（偏差）が最小となるのは5分と15分がほぼ同値の0.96（0.13）㎛であった。0.15% $CaCl_2$に比べるとRaが最小となる時間がかなり短縮していた。また，それ以後では全ての製品で増加していた。この事実より，濃度の高い$CaCl_2$液処理はより短時間の浸漬でRaが低下するが，過度の浸漬はかえって増加し，最も適した時間を選択して処理することが必要である。製品によるRaについてはNT，RWいずれもALP，HTC，VALの順で大きく，TOK，ALSが同程度でありFig.5とほぼ同様の結果を示した。

Fig.7は同様にCK液の結果を示した。Raは全ての製品について処理による有意差が認められた（$p< 0.05$）。RWではNTに比べいずれも低値であり，ALP，HTCでは15分に，ALS，TOKでは5秒に，また，VALでは60分に最小値が認められた。各群のRaの平均値は浸漬時間とともに低下しており，Raの最小値（偏差）は60分の1.05（0.28）㎛であった。該液の効果を0.15% $CaCl_2$と比較すると，いずれの製品もRaが最小となった後でもその増加がほとんど認められず，特に平均値でみると浸漬時間が増すにつれてRaは順次低下していた。該液

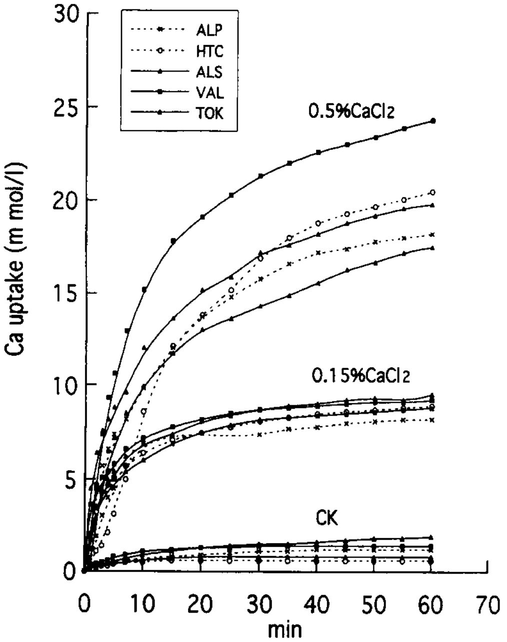

Fig.8. The change-over time in the Ca ion (m mol/l) absorbed by 5 alginate impression materials were immersed in 0.5%$CaCl_2$ (Upper group), 0.15% $CaCl_2$ (Middle group), and CK solution (Lower group).

は，より長時間にわたる浸漬でも悪化が少ない消毒・固定兼用液となり得ることを示している。

3．使用溶液に浸漬した印象の Ca 取り込み量

Fig.8 は 0.15% $CaCl_2$，0.5% $CaCl_2$，CK の各液について印象浸漬中の Ca イオン濃度を測定し，その経時的変化を印象に取り込まれた Ca 量として示した。0.15% $CaCl_2$ ではいずれの製品も取り込み量は初期に大きく，徐々に飽和する傾向が見られた。35 分から 60 分間における取り込み量は二元配置分散分析の結果，浸漬時間および製品間で有意差が認められた（$p < 0.05$）。60 分値でみると ALS は 9.5 m，VAL は 9.2 m，HTC は 8.9 m，TOK は 8.8 m，ALP は 8.2 m mol/l であり，平均値（偏差）は 8.92 (0.48) m mol/l であった。この値を印象表面に取り込まれる Ca 量に換算すると 5.8 μmol/cm² である。0.5% $CaCl_2$ 液では初期に大きく，経時的により増加する傾向が強い。35 分から 60 分間の Ca 取り込み量は浸漬時間および製品間に有意差が認められた（$p < 0.05$）。60 分値でみると ALS は 17.5 m，VAL は 24.3 m，HTC は 20.5 m，TOK は 19.8 m，そして ALP は 18.2 m mol/l であり，平均値（偏差）は 20.06 (2.66) m mol/l，13 μmol/cm² であった。0.15% $CaCl_2$ 液に比べ取り込み量は 2.2 倍であり持続していた。つぎに CK 液では初期に増加するが約 20 分後では ALS 以外ほとんど飽和していた。35 分から 60 分間の取り込み量は各製品間のみに有意差が認められた（$p < 0.05$）。60 分値では ALS は 1.9 m，VAL は 1.4 m，ALP は 1.2 m，TOK は 0.8 m，そして HTC は 0.6 m mol/l で平均値（偏差）は 1.18 (0.51) m mol/l，0.77 μmol/cm² であった。0.15% $CaCl_2$ 液に比べて取り込み量は約 1/8 にすぎず，1.2% K_2SO_4 を加えた効果は印象への Ca 取り込み量およびその反応持続時間とも抑制した。

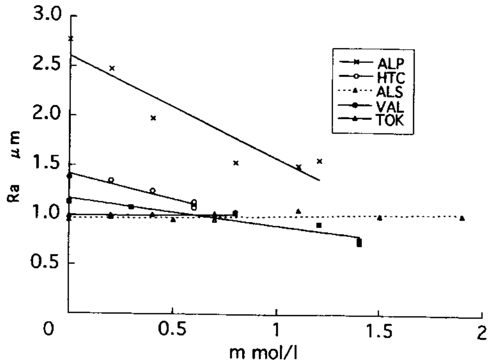

Fig.9. The correlation between the Ca ion (m mol/l) absorbed by 5 alginate impression materials immersed in CK (0.15%$CaCl_2$－1.2%K_2SO_4) and the surface roughness Ra (μm) of the stone casts obtained from the impression.

Fig.9 は CK 液について各印象への Ca 取り込み量と先に述べた Ra との相関を図示した。本図では Ra のコントロール（Ca 取り込み量が零）として RW の値を用いた。相関係数は ALP は－0.877，HTC は－0.932，VAL は－

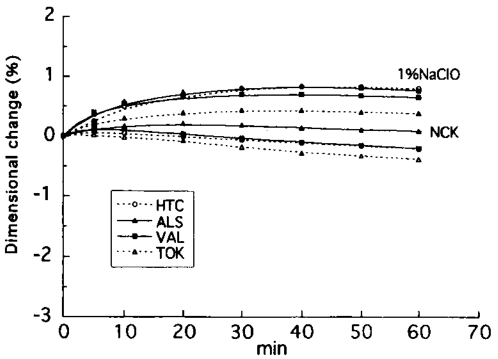

Fig.10. Dimensional changes (%) over time in 4 alginate impression materials immersed in 1%NaClO (Upper group), and NCK solution (Lower group).

0.874, TOK は 0.928, そして ALS は 0.332 が得られ，ALS 以外では高い相関が認められた。ALP では Ca 取り込み量の増加に伴って，Ra が大きく減少し，0.8 m mol/l で最小となり以後増加していた。また，HTC および VAL でも同様に減少していた。しかし ALS, TOK では取り込み量が増すと不変または Ra のわずかな増加が見られた。これらの結果より，溶液処理を行うことで Ra が改善されたのは印象が液中からの Ca を取り込むことによるものであり，かつ，その量に依存することがわかった。また，0.15% $CaCl_2$ についても同様に調べると，Fig. 9 の ALP に見られたようにほとんどの製品で Ra が最小となった後増加し，0.5% $CaCl_2$ についてもこの事が一層明瞭に認められた。

4．消毒・固定兼用液の寸法安定性および模型面粗さに対する効果

Fig.10 は1%NaClO 単独液に浸漬した印象の寸法変化を示した。該液中では水中（Fig.2）とほぼ同様の変化が見られた。60 分値では ALS の 0.93 から TOK の 0.5% の範囲にあり，市販の 4 製品の平均値（偏差）は 0.78（0.20）% である。また，いずれも 0.2% よりはるかに大きかった。水中の 4 製品についての値 0.95（0.33）%に比べて約 17% の低値を示した。

また，Fig.10 に，NCK 液について印象の寸法変化を示した。水中および1%NaClO に比較して明らかに寸法が安定していた。60 分値は HTC は − 0.20, TOK は − 0.37, VAL は − 0.19, そして ALS は 0.10% であり，CK 液の平均値（偏差）0.11（0.19）%に比べ幾分収縮していた。これは NCK 液では NaClO および Ca の増分による収縮が加わることによると考えられた。

Table 3（a・b・c）に 20 分から 60 分間の印象の寸法変化について，水，1%NaClO, CK, NCK の各液および市販の製品間での分散分析の結果を示した。印象の寸法変化は各液間，各製品間で有意差が認められ，NCK 液が − 0.066% と寸法の安定性が最も優れていた。

Table 3. The result of ANOVA using solutions and impression materials as a factor and mean values for dimensional changes (%) in the alginate impression materials (HTC, TOK, VAL, and ALS) immersed in 4 solutions used [water, 1% NaClO, CK (0.15% $CaCl_2$ − 1.2% K_2SO_4), and NCK] for 20 to 60 minutes.

Table 3-a. ANOVA table for solutions and materials

Source	Df	Sum of squares	Mean square	F-value	P-value
Solutions	3	14.279	4.760	3.9E2	.0001
Materials	3	2.361	.787	64.459	.0001
Residual	73	.891	.021		

Table 3-b. Means table of dimensional change for solutions.

Solutions	Count	Mean	Std. dev.
Water	20	.939	.296
NaClO	20	.797	.177
CK	20	.155	.157
NCK	20	−.066	.167

Std. dev.: Standard deviation

Table 3-c. Means table of dimensional change for materials.

Materials	Count	Mean	Std. dev.
HTC	20	.556	.569
TOK	20	.207	.378
VAL	20	.399	.381
ALS	20	.663	.433

Std. dev.: Standard deviation

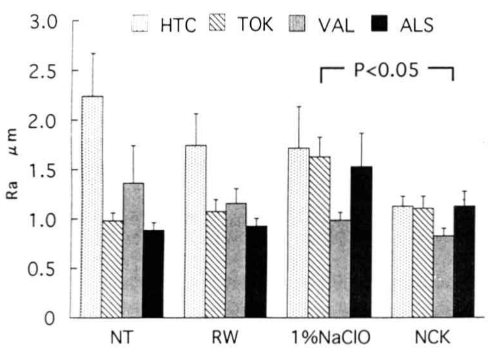

Fig.11. The surface roughness Ra (μm) of the stone casts obtained from 4 alginate impression materials ; immersed in 1% NaClO, NCK solution for 60 min, NT (non-treat) and RW (rinsing water). There is a significant difference in the surface roughness between the 1% NaClO and NCK solutions ($p<0.05$).

Fig.11に各液に60分間浸漬した印象より得られたRaを示した。その平均値（偏差）はNTは1.36（0.61），RWは1.22（0.36），1%NaClOは1.43（0.32），そしてNCKは1.04（0.14）μmであった。1% NaClOではNTに比べALS, TOKが72%，65%増加（$p<0.01$）し，VALおよびHTCが低下し，Raの平均値が僅かに大きかった。また，RWと比較してもほぼ同様であった。Raの平均値は4群中最も大きかった。NCK液ではNTに比べてHTC, VALが－50%，－39%と大きく低下し（$p<0.01$），TOKが不変で，ALSは27%増加した（$p<0.01$）。Raの平均値は4群中最も低値を示した。NCK液は1%NaClOと比較するとHTC, ALS, VAL, TOKいずれも－34%，－26%，－16%，－32%の低下率を示し，Raの平均値はNCK液と1%NaClO群間に有意差が認められた（$p<0.05$）。したがって1%NaClOではRWと比較してVALのようにRaが低下する例もあるが，TOKとALSの場合は変化しており面あれを生じる可能性が高い液であった。また，NCK液はTOK, ALSに見られるようにNaClOによって引き起こされる面あれを抑制し，さらにHTCとVALの場合に見られたように固定効果をも有した。

考　　察

Morrantら[7]は印象を保存することができる方法について検索し，つぎのように報告している。印象を液体パラフィンに浸漬する方法は24時間後でも印象の寸法変化が0.27%の収縮にすぎず，また，この印象より得た30個の部分床義歯鋳造体（Co－Cr合金）の適合度は採得直後の印象から得たそれと比較して有意差を認めず良策である。そして印象寸法変化の臨床的な限度が0.4%であろうと述べている。土生[8]らもMorrantらの結果を考慮し，寸法安定な臨床許容範囲を0±0.2%として印象の寸法変化や消毒法について検討している。著者らも本稿では消毒・固定兼用液の寸法安定性に関する性能を評価する基準として0±0.2%を用いた。これによれば，現在，アルジネートでは許容範囲である製品または薬液はほとんど見当たらない。また，薬液により印象の表面物性や模型面の悪化も避け難い。これらの事情により，合成ゴム印象材では変形や悪化度は比較的小さく，B型肝炎ウイルス（HBV），C型肝炎ウイルス，ヒト免疫不全ウイルス（HIV），メチシリン耐性黄色ブドウ球菌などにより感染した患者ではこの種の印象材の使用が推奨されている。しかし現在，多用されているアルジネートについても同様に使用できることが望ましい。

1．消毒・固定兼用液の組成

本稿ではNaClOへNa_2SO_4に代えて模型面粗さの低下が期待されるK_2SO_4，および$CaCl_2$の両者を加えたNCK液が印象の寸法安定性と模型面粗さに及ぼす影響について調べた。

NCK液の組成としてはNaClO量を通常使用される濃度範囲である1%とし，またK_2SO_4および$CaCl_2$量をそれぞれ予備実験より印象の寸法変化がほぼ安定であると認められる0.2%，1.0%とした。

NaClOの濃度は寸法安定性の点から見るとFig.4に示したように6%の濃度でも$CaCl_2$や

K_2SO_4 に比べて寸法変化に及ぼす影響は少なく，任意に変更できる。しかし高濃度では印象面がより劣化したり，模型面あれの原因となること，また，日常の消毒操作の点で，可能な限り低濃度とするのが望ましく，通常使用される0.1% から1%の範囲で設定するのが適当と考えられる。$CaCl_2$ についてみると，印象面を化学的に安定するには他の Ca 塩でも有効[9]であるが最も少量で Ca 濃度を増すことができる点で有利である。濃度については Fig.3 のように0.5% では印象の収縮が過度になること，また，$CaCl_2$ 単独であれば水への溶解度は高いが K_2SO_4 共存下では溶液内で沈殿物が生じるなどから 0.2% 前後が適当と考えた。

K_2SO_4 は Ca イオン取り込みによる印象の収縮を抑制し，さらに，Ca のみでは実現し得ない長時間にわたる寸法安定性を得るのにも効果がある。しかし，これもまた Ca 存在下では沈殿物を生じることから本実験で用いた1%前後が適量と思われる。K_2SO_4 に類似した効果は Na_2SO_4 にも認められる[5]が印象の寸法安定性やセッコウへの影響については，今後，比較検討することが必要と考える。

2．印象の寸法安定性

一般にアルジネート印象の寸法は水溶液中で経時的に大きく変化する。本実験 (Fig.2) に示したように水中では浸漬初期に大きく膨張し，ピークに達した後徐々に収縮する。ピーク値(%) およびピーク時間は印象の組成や，同一組成であっても印象の形状や大きさにより異なる。臨床上扱われる複雑な形状の印象では局部あるいは微細な部位によっても異なると考えられる。また，Fig.4 にも見られるように NaClO やグルタルアルデヒド（GA）などの消毒液では溶液の種類や濃度によっても異なっている[6]。これらの変形には溶液と印象の間で生じる反応，すなわち，溶液中の主に金属イオンのゲル形成能，溶液と印象分散媒との間の浸透圧差，そして分散媒の電荷量および溶液の出入りに伴う電荷量の変動[10]なども複雑に関与していると考えられる。

微生物を不活性化するに必要とする消毒液への浸漬時間[1]は HBV では 0.1% NaClO で 1 時間，HIV では 0.5% NaClO で 10 分から 30 分，あるいは2%GA で 10 分から 30 分とされている。GA では印象に血液などの付着がある場合には 1 時間必要との報告[11]も見られる。勿論，薬液の種類，濃度，温度，浸漬時間などはそれぞれかなりの範囲で選択することが可能であろうが，変形し易い印象の寸法変化が通常設定されるこれらの薬液の条件内において ± 0.2% に納まることを期待するのは一般に困難であろう。土生[12]らは印象材 23 製品の寸法変化について水中60分値を調べており，そのデーターから例えば1%NaClO の60分値を推定すると0.2%以内にあるのは20%弱に過ぎない。しかも経時的に寸法が変化する。この現状から長時間浸漬しても寸法の安定な消毒液が期待される。

現在，提案されている印象の消毒法としては，1）印象の変形よりも消毒効果を優先する[13]，2）薬液をスプレーする[14]，3）極端に高濃度の液に短時間浸漬する[15]，また，4）酸性水[16]で洗浄するなどが報告されている。しかし 2）以外は印象の変形について対処しておらず，これを考慮すれば浸漬時間は限定される。また，2）については消毒効果の点で疑問が残る。これらに比べ著者らの消毒・固定兼用液による方法は，$CaCl_2$ および K_2SO_4 量の調節により長時間にわたり寸法を安定化し得ることから，消毒のために必要とする十分な浸漬時間が設定できる利点がある。そして NaClO に限らず GA その他の薬液，および多くの製品にも適用できる。もし製品が特定されれば 2 時間から 3 時間の浸漬にも寸法変化を 0.2% 以内に調節することが可能である。

3．模型面粗さ

印象材はアルギン酸塩（ナトリウム，カリウム），充塡材（ケイソウ土，水酸化アルミニウム），凝固剤（硫酸カルシウム），凝固遅延剤（リン酸ナトリウム，炭酸ナトリウム），pH 調節剤（酸化マグネシウム，ホウ酸塩），そしてセッコウ硬化促進剤[17]（ホウ酸，硫酸カリウム，フッ化

物）などから構成されており，多種の溶解性物質を含有している。本実験に用いた製品についてゲル化時の pH 測定によれば，HTC，VAL などでは練和時に pH が 8 から 9 まで上昇し，ゲル化の進行に伴って経時的に pH が 7 から 5 に下降することから，リン酸ナトリウムの使用[10]が考えられる。しかし，TOK，ALS では連合印象を意図しているためか練和時に pH が 8 から 9 まで上昇し，その後も経時的に上昇することから，寒天との接着力を付加するために pH 調節剤である酸化マグネシウム，あるいは炭酸系の硬化調節剤などの使用が考えられる。各製品とも pH の値，またその経時的な変化が異なっているところから組成にも違いがあると考えられる。したがってこれら多種の成分が印象へ注入されたセッコウと化合物を形成したり，正常なセッコウの硬化を遅延，あるいは二水塩化を阻害する[18]などの影響を与える。Fig. 5,6,7 に見られるように印象を水中または水洗することによりある程度面粗さは改善しており，これは硬化遅延，二水塩化阻害作用を有する各イオンを印象表面より除去，または印象面を中性化して，セッコウに対する影響を取り除いたことによると考えられる。このうち硬化遅延の原因物質としてリン酸[19]，Na[20] などが挙げられる。しかし面あれはこの機序のみで十分説明することは出来ない[21]。

斎藤[9]はセッコウの面あれについて，これとは別の観点から原因を検索した。すなわち，印象とこれに注入されたセッコウとの間で生じる化学反応に注目し，セッコウから印象面に取り込まれた Ca 量とその模型の Ra とは高い相関関係にあること，また，Ca 塩溶液に浸漬した印象面には Ca の取り込みにより生じた高濃度の Ca が検知され，この場合には注入したセッコウから印象面に取り込まれる Ca が減少し，同時に Ra も低下することなどを実証している。この事実は硬化した印象であっても未反応アルギン酸塩が存在し，これが印象に適当な粘弾性を付与する反面，セッコウとも化合物（アルギン酸カルシウム）を多量に形成すること，また，印象の凝固剤である Ca による凝固（ゲル化）反応が必ずしも分散媒全体に均一に進行せず，これにより面あれが生じることを意味している。また，印象より浸出したリン酸（ナトリウム）[22] でもセッコウと化合物を生成することが推定され，Ca による凝固反応と類似の機序が考えられる。

本実験でも $CaCl_2$ 溶液に浸漬した印象が Ca イオンを取り込んでおり，その Ca 量と Ra には相関が認められた。この結果は前述の斎藤[9]の実験結果を裏付けている。さらに，0.15% $CaCl_2$ では印象へ取り込まれる Ca 量が経時的に飽和し，0.5% と高濃度になるとそれに応じてより増加すること，また，Ra を減じるにはごく少量の Ca で効果が認められ，長時間の浸漬あるいは過度の取り込みはかえって Ra が増大すること，さらに NT で Ra が低値な製品では Ca 取り込みによる改善の度合いが小さいなどの点が明らかになった。つぎに CK 液では 0.15% $CaCl_2$ と比較して Ca の取り込みが⅛であり明らかに経時的かつ量的に減少し，Ra にも改善が認められている。この事実より K イオンはアルギン酸アルカリのゲル化位置への Ca 置換速度を減じ，同時に印象面に幾分取り込まれて面の安定化に寄与している可能性が考えられる。

本実験で試作した NCK 液の評価には微生物を対象とした消毒効果，印象を消毒した場合の劣化度，有効塩素濃度の経時的な変化などの点についても調べることが必要であり今後，検討したい。

結　　論

組成が1%NaClO－0.2% $CaCl_2$－1%K_2SO_4（NCK 液）であるアルジネート印象用消毒・固定兼用液を試作し，印象の寸法安定性およびセッコウ模型面粗さの点よりその性能を評価した。

1）$CaCl_2$ は 0.15% 濃度で印象の膨張を抑制して寸法を安定化する，また，模型面あれの改善に効果的である。

2）K_2SO_4 はそれ自体印象の膨張を抑制する効果を有し，$CaCl_2$ 存在下では 1.2% で印象への Ca 取り込み量を経時的に抑制する。これらにより印象の寸法を長時間にわたって安定化する。

3）NCK 液は印象浸漬 60 分後における寸法変化（4 製品）の平均値は－0.16% であり，うち 3 製品が 0.2% 以内であった。また，水の 0.95% および 1%NaClO の 0.78% の値に比べて，極めて小さく，かつ経時的にも安定である。

4）NCK 液に浸漬した印象より得られた模型面粗さの平均値（4 製品）は 1.04 μm であり，1%NaClO の 1.45 μm に比べて改善した。

5）個々の製品についてみると，粗さと印象への Ca 取り込み量とは負の相関があり，また，粗さの大きい製品ほど Ca 取り込みによる改善度は大きい。

以上の結果より，NCK 液は優れた印象の消毒・固定兼用液になり得ると考える。

本研究の一部は平成 7 年度科学研究費補助金（課題番号；07672120）により行われた。また，本研究の要旨は第 24 回歯科理工学会および第 73 回 IADR 総会において発表した。

文　　献

1）日本歯科薬物療法学会編：日本歯科用医薬品集，改訂版，日本歯科医薬品協議会，240－242，1995.

2）Council on dental materials, instruments, and equipment ; council on dental practices ; council on dental therapeutics : Infection control recommendations for the dental office and the dental laboratory. *J. A. D. A.* 116 : 241－248，1988.

3）Glenwrite, H. D. and Shovelton, D. S. : The prevention of cross-infection. Progress in the West Midlands. *Br. Dent. J.* 166 : 125－127，1989.

4）Recommended infection control practices for dentistry, *Morb. Mortal. Wkly Rep.* 35 : 237－242，1986.

5）市丸俊夫，斎藤設雄：アルジネートの薬液による練和および固定処理，DE，106 : 16－19，1993.

6）市丸俊夫，斎藤設雄，昆隆一：アルジネート印象の消毒・固定兼用液，歯材器，13 : 331－339，1994.

7）Morrant, G. A., and Elphicke, G. B. : An investigation in to methods for maintaining the dimensional stability of alginate impression materials. *Br. Dent. J.* 17 : 42－50，1956.

8）土生博義，内田博文，太田高之，河野裕：アルジネート印象体の消毒に関する研究－第 1 報市販アルジネート印象材の寸法変化に及ぼす各種消毒剤溶液の影響－，歯材器，7 : 741－747，1988.

9）斎藤設雄：アルジネート印象から得られたセッコウ模型の表面粗さについて，歯材器，14 : 613－628，1995.

10）山賀礼一：アルジネート印象材の硬化機構について，歯材研報，8 : 127－135，1957.

11）久野吉雄：B 型肝炎ウイルスの消毒と AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) －後天性免疫不全症候群ウイルスの消毒－，日歯医師会誌，39 : 49－52，1986.

12）土生博義，内田博文，秋山讓，中野和衛：従来型およびダストフリータイプアルジネート印象材の寸法変化，歯材器，5 : 47－53，1986.

13）Connor, C. : Cross-contamination control in prosthodontic practice. *Int.J.Prosthodont.* 4 : 337－344，1991.

14）Bergman, B., Bergman, M., and Olsson, S. : Alginate impression materials, dimensional stability and surface detail sharpness following treatment with disinfectant solution. *Swed. Dent. J.* 9 : 255－262，1985.

15）茂木孝之：アルジネート印象材の寸法安定性に関する研究－各種消毒剤溶液の濃度と浸漬時間の影響－，歯材器，6 : 747－761，1987.

16）市丸俊夫，斎藤設雄：印象の消毒に使ったときの，寸法や模型面への影響は？，酸化電位水の Q&A，: Dd 臨時増刊号，デンタルダイアモンド社，31－34，1995.

17）Skinner, E. W., and Phillips, R. W. : The science of dental materials, 6th ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia and London, pp 115－135，1967.

18）Williams, K.R., and Williams, G. J. : The setting of dental plasters and electron microscopic study. *J. Mater. Sci.* 19 : 929－938，1984.

19）畦森雅子：歯科用硬質石こう硬化体の表面あれについて－1．表面あれと表面微細構造との関係－，歯材器，4 : 267－273，1985.

20）Jarvis, R. G., and Earnshaw, R. : The effects of alginate impressions on the surface of cast gypsum II. *Aust. Dent. J.* 26 : 12－17，1981.

21）斎藤設雄，市丸俊夫：セッコウ模型表面粗さに及ぼすアルジネート印象材への界面活性剤処理効果，歯材器，11 : 570－577，1992.

22）土生博義，田辺直紀，平口久子，内田博文，中川久美：アルジネート印象体の消毒に関する研究－（第 4 報）グルタルアルデヒド溶液中浸漬の影響－，歯材器，13 : 187－192，1994.