

**義肢装具製作用石膏使用に関する学生へのアンケート調査  
- 問題点の抽出と解決方法についての検討 -**

**Survey to students on plaster used for prosthetic and orthotic fabrication  
- Investigation into extraction and the solution to problems -**

早川 康之\*      昆 恵介\*      清水 新悟\*      村原 伸\*  
Yasuyuki Hayakawa   Keisuke Kon   Shingo Shimizu   Shin Murahara

**Abstract**

In the fabrication practice of prostheses and orthoses, plaster is one of the most used material. Currently, in our school, plaster is used for prosthetic and orthotic fabrications in students' training, but there is no verification if the plaster is easy to use for their training. Therefore, in order to realize more effective training for students who are using the plaster for prosthetic and orthotic fabrication, we carried out questionnaires about its usability. The same questionnaires were carried out in prosthetists and orthotists (PO) as a control group. The results of the questionnaires, including overall evaluation and evaluation of each fabrication step, showed good results among the students. The result was not significantly different from the PO. When comparing advantages and disadvantages of each fabrication step between the students and PO, there was no significant difference in the advantaged. However, in the disadvantages, there were a significant difference in positive model rectification, adhesion modification, and finishing process. Lack of practice time and understanding of the constraints, such as a very slow work rate of students, seemed to be reasons for this difference. In the future, we will consider the results of this questionnaire and improve each fabrication step in student training.

## 1. 背景

義肢装具製作において石膏は、実際の構成要素とはならないものの、適合に関して重要な材料の一つである。作業工程は、半水石膏を水和し、二水石膏とすることで、陽性モデルとよばれる四肢体幹の対象部位形状を作製し、適合のために陽性モデルの必要部分を削る削り修正、水和途中の半水石膏をモデルに塗布して形状を調整する盛り修正などを行う。

この陽性モデルの作製、修正は、義肢装具のマシン・マシン・インターフェイス部分の適合に最も重要な工程となる。しかし、義肢装具製作における陽性モデル作製のしやすさや、陽性モデルの修正工程を考慮した半水石膏や二水石膏の性質は検討されておらず、義肢装具製作用としての半水石膏も製品として販売されていなかった。そこで我々は、10年前に義肢装具士のニーズを基に義肢装具製作に特化した性質の半水石膏を開発し、吉野石膏販売株式会社から、「義肢用 KH-P0 石膏（以

下、P0 石膏）」として製品化した<sup>(1)</sup>。この P0 石膏は表 1 の特性を目標として開発した。主な特徴として、標準混水量は多いものの、凝結時間が短く、強度は比較的強く設定してある（表 2）<sup>(2)</sup>。その結果、臨床評価アンケートでは良好な結果が得られ、現在では全国 30 社以上の製作施設で P0 石膏が使用されている<sup>(3)</sup>。

一方、学校教育における製作実習でも、石膏が使用されている。義肢装具製作技術の未熟な学生に対して、限られた授業時間で、効率よく作業を行い、遅れに伴う授業時間外での作業を少なくするなど、教育効果を高めるためには、学生の技術に合わせた石膏の取り扱い方を指導することが望ましい。しかし、学生の作業、特に陽性モデルの作製及び修正の指導方法に関する研究は行われていない。

なお、義肢装具製作工程では、各工程で半水石膏と二水石膏を同時に使用することが多いこと、臨床では両者を意識しないで用いていることなど

から、本論では両者を合わせて「石膏」と称する。

## 2. 目的

北海道科学大学義肢装具学科では、製作実習に P0 石膏を使用している。本来、P0 石膏の開発目標は義肢装具士を対象としたものであり、製作経験の乏しい学生の作業に関しては、評価を行っていない。石膏は授業で実際に使用する材料であり、技術のわかりやすい伝達や実習時間の有効利用など、教育効果を高めるためにも、学生の意見を基に、学生が分かりやすい「石膏の取り扱い方の指導」について検討する必要がある。

そこで本研究では、学生が現在使用している P0 石膏使用感についてアンケートを行い、作業工程ごとに検討を行うことで、授業における指導要点を明らかにすることを目的とした。

なお本研究は、北海道科学大学倫理委員会の承認（申請番号 77 号）を得ている。

## 3. 対象と方法

対象は本学義肢装具学科 1 年在学中の学生 42 名とし、口頭と書面にて研究の目的を説明した後、同意が得られた学生のみを対象とした。アンケート実施時における学生の経験は、足部、下腿、体幹の陽性モデル作製および修正であった。なお、比較として、全国 30 か所の P0 石膏を使用している施設にも同様のアンケートを 5 部ずつ送付し、義肢装具士および製作技術者（以下 専門職）の使用感のアンケートを行った。

アンケート内容は、製作実習授業における P0 石膏使用の総合評価の他、作業工程を陽性モデル作製、削り修正、盛り修正、仕上げの 4 項目に分類し、各工程について課題の進めやすさを主観的に 5 段階で評価した。また各工程の長所、短所については、その工程で考えられる項目を列挙し、複数選択回答とした。

解析は、単純集計とし、工程ごとに学生が感じている使用感について検討を行った。また、専門

表 1 PO 石膏開発目標

1. 混練時にダマになりにくい(石膏泥に半水石膏を追加してもダマにならない)
2. 石膏泥が滑らか
3. 切削性が良い
4. 盛り修正がしやすい
5. 硬化時間が早い (β 型 A 級石膏の約 2/3 の硬化時間)
6. 安価である

表 2 β型石膏性質の比較

	標準 混水量	流し込み 開始時間	凝結時間		引張強度 (2 時間後)	凝結 膨張率
			始発	終結		
義肢用 KH-P0	80	7 分	10 分	25 分	1.0MPa	0.12%
特級	62	9 分	14 分	35 分以内	1.6MPa	0.13%
A 級	72	9 分	14 分	35 分以内	1.3MPa	0.12%
B 級	76	8 分	12 分	30 分以内	1.2MPa	0.12%
PS 級	80	7 分	12 分	30 分	1.1MPa	0.12%
FP	75	6 分	8 分	20 分	1.0MPa	0.10%

表 3 作業工程別の使用感

		①作業しやすい	②やや作業しやすい	③どちらともいえない	④やや作業しにくい	⑤作業しにくい
総合	学生	15 (36%)	9 (21%)	14 (33%)	0 (0%)	0 (0%)
	専門職	11 (23%)	18 (38%)	11 (23%)	2 (4%)	2 (4%)
陽性モデル作製	学生	11 (26%)	10 (24%)	19 (45%)	1 (2%)	0 (0%)
	専門職	15 (32%)	10 (21%)	16 (34%)	0 (0%)	2 (4%)
削り修正	学生	10 (24%)	13 (31%)	16 (38%)	3 (7%)	0 (0%)
	専門職	15 (32%)	9 (19%)	20 (43%)	0 (0%)	2 (4%)
盛り修正	学生	9 (21%)	12 (29%)	18 (43%)	0 (0%)	1 (2%)
	専門職	11 (23%)	9 (19%)	19 (40%)	5 (11%)	0 (0%)
仕上げ	学生	9 (21%)	12 (29%)	18 (43%)	3 (7%)	0 (0%)
	専門職	11 (23%)	12 (26%)	17 (36%)	4 (9%)	0 (0%)

(学生 n=42 専門職 n=47)

表4 陽性モデル作製における評価

		学生人数	専門職人数
長所	混水しやすい	16 (38%)	13 (28%)
	ダムになりにくい	11 (26%)	14 (30%)
	石膏泥が滑らか	17 (40%)	19 (40%)
	気泡が入りにくい	4 (10%)	3 (6%)
	硬化時間が適切	9 (21%)	14 (30%)
	陰性モデルを剥しやすい	6 (14%)	4 (9%)
	その他	0 (0%)	2 (4%)
短所	混水量が分からない	4 (10%)	12 (26%)
	ダムになりやすい	13 (31%)	7 (15%)
	気泡が入りやすい	13 (31%)	4 (9%)
	硬化時間が早い	6 (14%)	5 (11%)
	硬化時間が遅い	0 (0%)	1 (2%)
	その他	1 (2%)	4 (9%)

表5 陽性モデル削り修正における評価

		学生人数	専門職人数
長所	切削性が良い	25 (60%)	19 (40%)
	サーフォームにこびりつかない	0 (0%)	2 (4%)
	硬度が適度	15 (36%)	15 (32%)
	その他	0 (0%)	2 (4%)
短所	切削性が悪い	0 (0%)	3 (6%)
	サーフォームにこびりつく	38 (90%)	22 (47%)
	硬度がやわらかすぎる	1 (2%)	5 (11%)
	硬度が硬すぎる	1 (2%)	4 (9%)
	硬度にムラがある	4 (10%)	8 (17%)
	その他	0 (0%)	4 (9%)

職の使用感との比較から、学生の感じる問題点が学生の技術によるものか、石膏自体の問題なのかについても考察した。なお、アンケートの一部未回答については除外して集計した。

#### 4. 結果

学生のアンケート回答は 42 名全員で回答率 100%であった。また、製作施設アンケートは 16 社 47 名より得られ、31%の回答率である。

表3にP0石膏の作業別使用感の使用感についての結果を示す。総合評価では学生、専門職とも約6割が、作業しやすい、やや作業しやすいと回答し、各工程も同様な傾向を示した。また、総合評価および全ての工程で、学生と専門職間には使用感の有意な差はなかった。

表4～7に各工程における石膏の長所と短所の複数回答結果を示す。長所では各工程とも同様な傾向がみられたが、短所、つまり「製作のしにくさ」では専門職との選択に相違が見られた。

表6 陽性モデル盛り修正における評価

		学生人数	専門職人数
長所	石膏泥の固さが適切	9 (21%)	8 (17%)
	陽性モデルに盛りやすい	17 (40%)	13 (28%)
	陽性モデル上での伸びが良い	9 (21%)	10 (21%)
	陽性モデルからたれにくい	2 (5%)	1 (2%)
	切削時に段差になりにくい	5 (12%)	0 (0%)
	盛った石膏と陽性モデルの硬度が適切	10 (24%)	3 (6%)
	作業可能時間が適切	1 (2%)	5 (11%)
	その他	0 (0%)	3 (6%)
短所	石膏泥の硬さにムラがある	3 (7%)	5 (11%)
	石膏泥がやわらかすぎる	1 (2%)	0 (0%)
	石膏泥が固すぎる	0 (0%)	8 (17%)
	盛った石膏の水分が陽性モデルに吸われやすい	15 (36%)	10 (21%)
	石膏泥が陽性モデルに付きにくい	6 (14%)	8 (17%)
	陽性モデル上で伸びにくい	5 (12%)	3 (6%)
	切削時に段差になりやすい	7 (17%)	11 (23%)
	作業可能時間が短い	5 (12%)	10 (21%)
	硬化時間が遅い	1 (2%)	0 (0%)
	その他	0 (0%)	4 (9%)

表7 陽性モデル仕上げにおける評価

		学生人数	専門職人数
長所	切削性が良い	19 (45%)	16 (34%)
	硬度が適切	13 (31%)	9 (19%)
	あみにこびりつかない	1 (2%)	0 (0%)
	盛り修正部が段差になりにくい	11 (26%)	4 (9%)
	その他	0 (0%)	1 (2%)
短所	切削性が悪い	2 (5%)	0 (0%)
	硬度が硬すぎる	2 (5%)	4 (9%)
	硬度がやわらかすぎる	0 (0%)	0 (0%)
	あみにこびりつく	29 (69%)	16 (34%)
	盛り修正部が段差になる	2 (5%)	12 (26%)
	盛り修正部がはがれる	5 (12%)	18 (38%)
	切削屑が陽性モデルに付く	4 (10%)	3 (6%)
	その他	0 (0%)	2 (4%)

表3～6 学生N=42 専門職N=47

#### 5. 考察

総合評価および各工程の使用感とも、学生の評価では「作業しやすい」「やや作業しやすい」の合計が50%を超え、「どちらともいえない」を加えると90%以上となることから、P0石膏の使用感では良好な評価が得られていることが判った。専門職の回答も全体的に良好な結果となっており、P0石膏の開発目標を達成していることが示唆される。

各工程の長所でも学生と専門職がほぼ同様な項目について、評価をしていた。特に、開発目標と

した表 1 の性質のうち、硬化時間以外の項目で良好な評価結果となった。製作時の石膏の使いやすさについては、各工程とも、技術の有無にかかわらず、同じ評価となることが示唆された。

一方で、短所である製作のしにくさについての評価では、学生と専門職で評価項目に違いが表れた。陽性モデルの作製では、学生は「ダメになりやすい」、「気泡が入りやすい」など、作業工程の技術面についての難しさの指摘が多いのに対し、専門職は「混水量がわからない」という、P0 石膏導入前に使用していた半水石膏の性質との違い等で戸惑っていることが伺える。

陽性モデル作製のための石膏泥を作る際には、あらかじめ準備した水の中に半水石膏を均一に入れ、必要量を投入したところで攪拌する。攪拌後に石膏泥漿（スラリー）の水分量が多いと判断して半水石膏を足すと、投入した半水石膏が十分に水分を吸収できずダメになってしまう。したがって、追加投入しないような半水石膏と水の分量把握が必要となる。学生は製作工程の重要性を認識していないため、攪拌後に再度二水石膏を石膏スラリーに投入することとなり、ダメができやすくなるものと考えられる。学生への混水量決定に関する指導を工夫することで、この問題は解決する可能性がある。一方、専門職は、P0 石膏が従来使用していた半水石膏と異なる標準混水量の特徴を有するため、作業しやすい硬度の石膏スラリーを作り難かったものと考えられる。

削り修正は、学生、専門職ともほぼ同様の傾向を示している。最も多く指摘された問題点は「サーフォームファイル（石膏を切削する際に使用する工具）にこびりつく」であった。P0 石膏は、標準混水量が  $\beta$  型半水石膏の中では多く（表 2）、従来の目安で石膏スラリーを作ると、硬化時に遊離水が多い石膏体となる。このため切削時に水分が多くなった切削屑が粘土状になって工具に付着し、作業効率が悪くなっているものと考えられる。学生の場合は特に水分量の多い石膏体を作りやすく、専門職が約半数の指摘なのに対して、学生では 90% を超える結果となった。従来の標準混水量の目安ではなく、切削しやすい混水量を提案できる何らかの指標を作成する必要があることが明らかとなった。

陽性モデルへの盛り修正では、学生と専門職間での相違が見られているが、両者が指摘した問題

点とも、石膏反応時に生成された遊離水が蒸発した後にはできる「気孔」が原因と考えられる。気孔が多めの石膏体へ、石膏スラリーを塗布すると、塗布した石膏スラリーの水分は気孔に吸収され、硬化時に本体石膏よりも硬度が高くなってしまふ。このため、石膏スラリー盛り修正時に陽性モデル上で伸びにくくなったり、硬化した盛り修正部分を削ろうとしても、やわらかい本体のみが削れて段差になることなどが推察される。特に学生の実習では、作業途中での石膏硬化を避けるため、石膏スラリーがまだ十分に水と反応していない時点で、陽性モデルに塗布する傾向にあるため、石膏スラリーの保水力がなく、さらに水分が吸収されやすくなる技術的な問題も考えられる。また、学生の評価で「盛った石膏の水分が陽性モデルに吸われやすい」が最も多かった理由としては、実習形態によるところも原因と考えられる。製作実習では、授業時間の制約があり、一つの陽性モデル修正を、数週間にわたって行うこともある。その間にモデル自体が乾燥して、盛り修正石膏スラリーの水分を気孔が吸収しやすくなってしまふためである。同日に陽性モデル作製から盛り修正までの一連の作業が終えられるような、実習工程の見直しも検討する必要がある。

一方で、作業可能時間に関しては、学生は専門職よりも短所として挙げた比率は少ない。専門職の場合は少ない回数の盛り修正用石膏スラリー作成で、効率よく作業することを考えるが、学生の場合、回数や効率よりも、指定形状に近づけることに重みづけをするため、回数や時間は重要な項目ではないことが伺える。また、初めて使用するものが P0 石膏であるため、比較する石膏がなく、違和感なく使用している可能性もある。

混水量が多い石膏体の影響は、陽性モデル仕上げにおける評価でもみられ、「あみにこびりつく」「盛り修正部が段差になる」「盛り修正部がはがれる」が学生、専門職とも多く挙げられていた。しかし、その割合は異なっており、専門職では「盛り修正部が段差になる」「盛り修正部がはがれる」など、製品精度に関する問題が多く挙げられているのに対し、学生は「あみにこびりつく」を 7 割が挙げており、作業工程に対する評価が中心となっていることが伺える。

今回のアンケートで挙げた問題点は、学生の作業工程に対する経験不足によるもの、および、

複数週にわたって作業するなどのカリキュラムによるところが中心となる傾向が明らかとなった。学生の挙げた問題点は、工程をしっかりと理解すれば解決できる部分が多く、今後の指導方法についての指標としていく。また、カリキュラム上の問題に関しては、工程の見直しとともに、週をまたいだ実習においては、乾燥に対応した指導方法を行う必要があることがわかった。

一方で、P0 石膏の開発目標（表 1）のうち、陽性モデル盛り修正時の「早い硬化時間」に関しては、学生、専門職とも短いという意見が多く、今後の改善点として検討する必要があることも明らかとなった。

## 6. まとめ

学生を対象に、義肢装具製作用石膏の使用評価のアンケートを行った。その結果、おおむね良好な結果が得られた。また、各工程の長所についても、学生と義肢装具士で使いやすさについて同様な評価をしていることが明らかとなった。

一方で、差の見られた項目は、陽性モデル作製、

削り修正、盛り修正、仕上げのいずれも短所部分であった。専門職は製品の精度に関する項目が多く、学生は製作工程に関する項目を多く挙げ、指導方法の改善の有用な情報が得られた。

## 謝辞

今回、お忙しい中ご協力をいただいた製作施設の専門職の皆様、および北海道科学大学保健医療学部義肢装具学科学生に謝意を表します。

## 7. 参考文献

- (1) 早川康之，鈴木明浩：義肢装具陽性モデル製作を目的とした石膏の開発-アンケートによる使用感の調査-，第13回POアカデミー研究会プログラム・抄録集，160-161，2005
- (2) 吉野石膏ホームページ  
<http://yoshino-gypsum.com/product/shika/index.html#01>（2015年9月現在）
- (3) 早川康之，昆恵介他：義肢装具製作用石膏使用に関するアンケート調査，日本義肢装具士協会，23(suppl)，204-205，2015