

# インジェクタブルレジンが 変えるレジン修復

## レジン修復にパラダイムシフトが起きている！

インジェクタブルレジンという言葉をご存じでしょうか。

文字通り訳すと、窩洞に直接「インジェクト（注入）できる」レジンということになります。

では、従来のフロアブル（フローのある）レジンとどこが違うのでしょうか？

近年の格段に進歩した技術革新により、窩洞に直接注入可能なフローのあるレジンといえども、物理的・機械的諸性質がペーストタイプのレジンと同等以上に向上しています。

そして、用途や適応範囲も飛躍的に拡大しています。

このため物性が低く、用途が限られていた従来のフロアブルレジンの概念と明確に

区別するために愛知学院大学歯学部の中田 彰教授と富士谷盛興教授が

インジェクタブルレジンという概念を打ち出されました。

今や修復用レジン、ペーストタイプとインジェクタブルタイプの2種類の時代に突入しました。

そこで、今回はレジン修復の幅をより広げるために

現在、そしてこれからのレジン修復のお話をうかがいました。



佐氏英介 先生

中田 彰 先生

富士谷 盛興 先生

伏島 歩登志

•ゲスト

**中田 彰 先生**

Akira SENDA

1948年生まれ  
愛知学院大学歯学部  
保存修復学講座 主任教授

•ゲスト

**富士谷 盛興 先生**

Morioki FUJITANI

1956年生まれ  
愛知学院大学歯学部  
保存修復学講座 特殊診療科 教授 (審美歯科)

•司会

**佐氏英介 先生**

Eisuke SAUJI

1975年生まれ  
サウジ歯科クリニック 院長

•ジーシー

**伏島 歩登志**

Futoshi FUSEJIMA

1966年生まれ  
株式会社ジーシー 開発企画部 部長



ジーシー独自のナノテクノロジーの技術革新で、次世代のインジェクタブルへさらなる進化



図1 インジェクタブルレジンとは。

## 修復用レジン パラダイムシフトの時代に

佐氏 コンポジットレジンの進化にともない、私たちの臨床でもレジン修復は非常に大きなウエイトを占めてまいりました。この秋にはジーシーから「MIフローシリーズ (MIフロー/MIローフロー/MIフィル)」を進化させた「グレースフィルシリーズ (グレースフィル ゼロフロー/ローフロー/フロー/パテ (ペースタイプ))」が新発売されます。

そこで、今回はコンポジットレジンの研究および臨床で歯科界を牽引される愛知学院大学歯学部保存修復学講座主任教授の千田 彰教授と、同講座特殊診療科の富士谷盛興教授をお招きして、レジン修復の現状と可能性、さらに臨床でのテクニックなど、さまざまなお話をうかがいたいと思います。

現在、コンポジットレジンにはペースタイプとフロアブルタイプがあるので

すが、まずはそれぞれのタイプの位置づけを明確にしていきたいと思います。千田 多くの臨床家は、レジンにはペースタイプとフロアブルタイプがあり、フロアブルレジンには柔らかいので特定の部位にしか使用できない、そのようなイメージをお持ちなのではないでしょうか。しかし、それは10年以上も前の話で、ジーシーでも「MIフローシリーズ」が登場した頃から、実はフロアブルレジンに対する概念が大きく変わってきているのです。

「MIフローシリーズ」は、それ以前のフロアブルレジン (ユニフィルフローシリーズ) と同じように流動性のある材料ですが、その物理的な性質はペースタイプと同等、あるいはそれを凌駕するものでもあります。それは、従来のフロアブルタイプの概念とはまったく違うものと考えべきで、その物性と操作性により、2級窩洞はもちろん歯冠全体を直接作っていくような修復にも応用

できる新しいタイプのコンポジットレジンです。そこで従来のフロアブルレジンと区別する意味で、フロータイプでありながらペースタイプと同等以上の物性を持ち、かつシリンジから修復箇所へ直接アプライできる材料を全く新しいカテゴリーの修復用レジンとして「インジェクタブルレジン」とするという概念を打ち出したのです (図1)。

富士谷 言い換えれば、修復用コンポジットレジンにおける先進的技術革新により、従来のペースタイプのレジンに加え、特有のフロー特性をもち、シリンジから直接填塞可能なコンポジットレジンが新たに開発されたということです。旧来のフロアブルレジンの発展形ではありません。このイメージは是非とも払拭して頂きたいですね。

したがって、これからの修復用コンポジットレジンとは、ペースタイプとインジェクタブルレジンの2タイプの時代にパラダイムシフトすることになります。

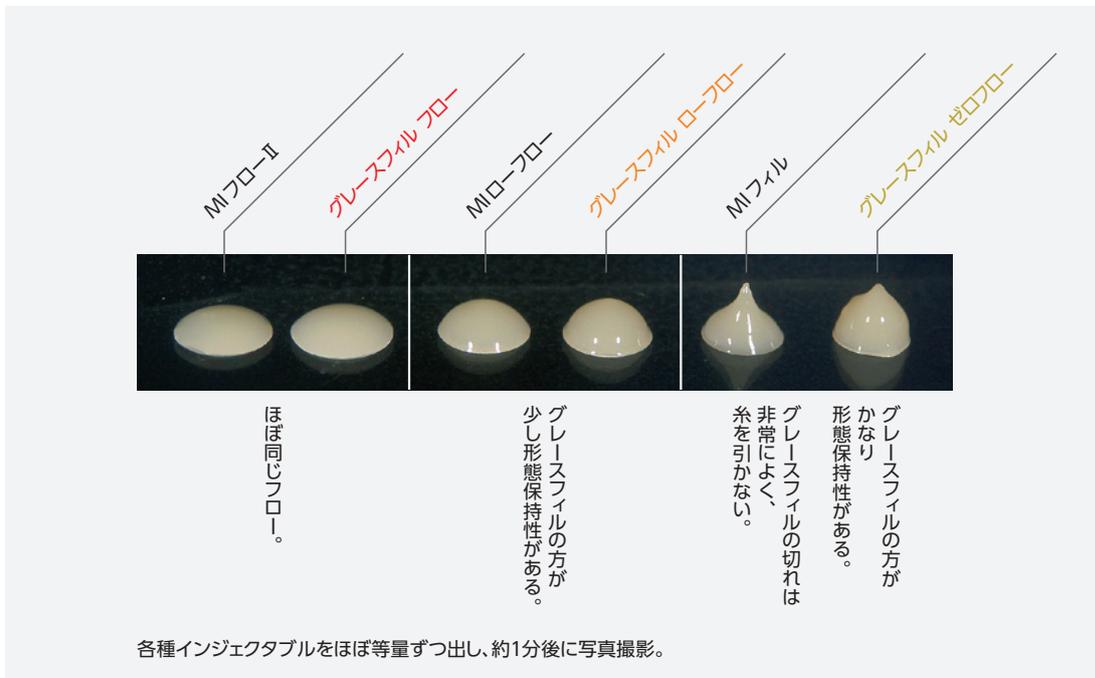


図2 MIフローシリーズとグレースフィイルシリーズのフロー違い。

### ダイレクトアプリケーションに 必須の固さと粘り

佐氏 なるほど。多くの臨床家は、フロアブルレジンは、フローがあり柔らかいから強度が弱いという印象を持たれているようですが、それとはまったく違うということですね。

富士谷 その通りです。フローがあると柔らかく、強度が低いと思われがちですが、近年では機械的諸性質がペーストタイプと同等以上に向上しています。

佐氏 フローがあるのに物性が高くなったのは何が変ってきたからなのでしょうか。

千田 コンポジットレジンは、フィラーとマ

トリックスレジン、それらを接着させるシランカップリング材で構成されています。中でも改良が進んだのがフィラーです。フィラーの平均粒径は、かつては5~10 $\mu$ mだったものが、ナノテクノロジーにより非常に微細なナノサイズのフィラーが均一で高密度に充填できるようになりました。さらに、シランカップリング技術の進化も理由に挙げられます。

富士谷 そうですね。ナノフィラーを均一分散させ、かつ高密度に充填でき、フィラー表面のシランカップリング処理が効果的に行えれば、物性が大きく向上します。この技術がすごく進化したのです。

それとともに、ベースレジンモノマーの改良によりマトリックスレジンも進化し、重合特性が高まり粘りも生まれています。過酷な口腔内、とくに側方運動するような環境においては、破壊靱性としての粘りが必要です。例えば、ペーストタイプのレジンは、セラミックスと同じように、必要以上の負荷がかかるとパキンと割れることもあります。ところが、インジェクタブルレジンは粘りがあるのでなかなか割れません。したがって、極端な話かもしれませんが、インジェクタブルレジンは広く大きな窩洞ほど有利なので

す。少しひびが入ったとしても粘るから割れないので、とくに機能咬頭には優位だと考えています。つまり、フロー特性を示しながらもペーストタイプのレジンより優れた破壊靱性を示すのが新ジャンルのインジェクタブルレジンなのです。

千田 分かりやすく考えるならば、インジェクタブルレジンはペーストレジンを柔らかくして、ダイレクトアプリケーションで使いやすくなったということです。ですから、フロアブルタイプの延長とは全く違うということになります。

伏島 そしてこのたび、「MIフローシリーズ」をさらに進化させた次世代のインジェクタブルレジン「グレースフィイルシリーズ」を開発し発売することとなりました。



ゲスト・千田 彰先生



ゲスト・富士谷 盛興先生



図3 グレースフィルシリーズを用いた症例。

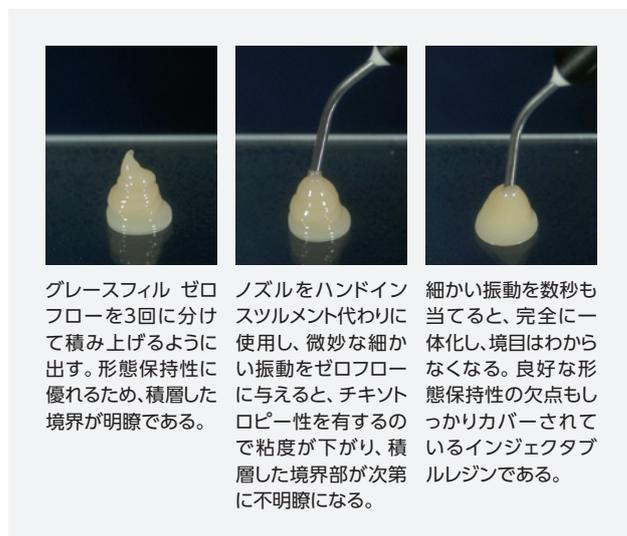


図4 グレースフィル ゼロフローのフロー特性。

佐氏 なるほど。その「グレースフィルシリーズ」について、説明をお願いしますか。

次世代のインジェクタブルレジンとして進化した「グレースフィルシリーズ」

伏島 「MIフローシリーズ」は高強度で修復箇所に直接アプライできるレジンとして開発しました。開発段階では、「MIフローシリーズ」はインジェクタブルレジンとしての能力を備えていたのですが、その使い方まで十分に考慮していなかったという反省があります。ですから、インジェクタブルレジンとしてのさらなる物性と操作性の向上を見直して開発したのが「グレースフィルシリーズ」です。



司会・佐氏英介 先生

「MIフローシリーズ」で良い評価のところはより発展させたいということで、ナノフィラーテクノロジーをさらに進化させています。また、ナノフィラーの表面処理であるシランカップリング技術をさらに改良し、インジェクタブルレジンとして安心して使っていただける高い物性を得ることができました。この新しいシランカップリング処理技術とともに、マトリックスレジンを見直したことで押し出しの固さも解消しています。軽い力で押し出せますので女性の先生方に使いやすい操作性になっています。

佐氏 「グレースフィルシリーズ」は何種類で構成されているのですか。

伏島 「グレースフィルシリーズ」は、フロー、ローフロー、ゼロフローの3種類(図2)とペーストタイプの「グレースフィル パテ」を用意しました。その中でも特徴的なのがゼロフローで、ナノフィラーテクノロジーとマトリックスレジン of 最適化を追求して、高い形態保持性を実現しています。さらに、シリンジ填入時におけるレジンの切れを良くしておりますので、修復時には操作性の良さを実感していただけます。また、少し流れてほしいというときには、ニードルチップの先端などで盛り上げたレジンを動かすことによって流動性を発揮するチキソトロピー性もあるので、たいへん使いや

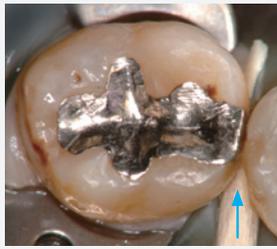
すくなっていると思います(図4)。

佐氏 ナノフィラーをさらに進化させたということですが、具体的にはどのようなことでしょうか。

伏島 フィラー組成では「グレースフィルゼロフロー」の平均粒子径は150nmで、200nmだった「MIフィル」より、さらに微細にしております。これらのジーシー独自の技術進化により、「MIフローシリーズ」などで好評だった艶の維持性、曲げ強さ、耐摩耗性をさらに向上させ、吸水量も大幅に低下しましたので、口腔内での長期安定性もさらに良くなると考えています。このように、あらゆる面から見直して改良していますので、先生方が意図するレジン修復が簡便な操作でストレスなく行えると確信しています。チェアタイムの短縮



ジーシー・伏島 歩登志



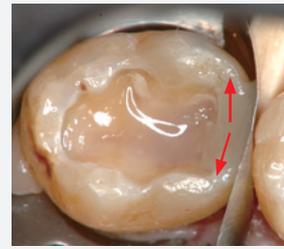
①ラバーダム後、プレウェッジ (↑)。



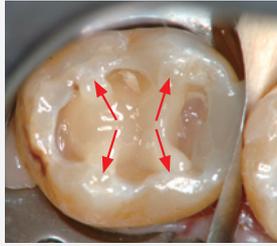
②インレーを撤去し、窩 (○部) のう蝕象牙質を除去。マトリックス (↑) とウェッジ (↑) を挿入。



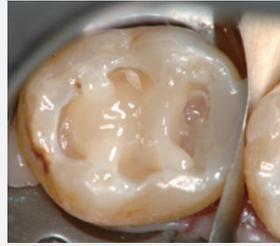
③ローフローによるライニング。窩底全体および隣接面歯頸高縁 (○)。



④マトリックスに沿わせ、ゼロフローにて隣接面および、隣接面辺縁隆線築盛 (↑)。この後、マトリックスの除去も可能。



⑤ゼロフローで咬頭・隆線・副隆線の形成 (↑)。



⑥咬頭隆線 (フレーム) の完成。



⑦隆線以外の部分にローフローの填塞。



⑧填塞完了。この後咬合調整、研磨。

図5 レジンコーンテクニクの基本。

も期待できますので、患者さんにも大きなメリットになる次世代のインジェクタブルレジンだと自負しております。

富士谷 先ほど、粘りと破壊靱性について少しお話ししましたが、「グレースフィルシリーズ」についてディスクによる2軸曲げ試験を行いました。秋の日本歯科保存学会で発表の予定で、現段階では詳しくは言えませんが、「グレースフィルシリーズ」はひびが入ってもなかなか割れず、粘りがあるという感じですが。マトリックスレジンを超えて改良し、ナノフィラーのさらなる微細化と均一分散化、そしてシランカップリング技術の高度化の賜物だと思います。

2軸曲げ試験は材料の粘り強さが表れてくるので、私たちはこの実験をよく行います。「グレースフィルシリーズ」では負荷をかけ破壊した際、界面で割れていない部分が多くありました。マトリックスレジンの強靱性だけでなく、フィラーとマトリックスレジンの接合も頑張っているという感じを受けました。これが「グレースフィルシリーズ」の粘り強さの一因ではないかと考えております。

また、これらの新しい技術により、摩擦しても常にきれいな面が出てくるので艶も維持できる。そういう意味で、今回のインジェクタブルレジン「グレースフィルシリーズ」は、物性の高さ、粘り強さ、艶の維持など口腔内での長期安定性からも、これまでのMIフィルなどのインジェクタブルレジンとは一歩進化した次世代のレジンだと評価できます。

### 臨床の幅を広げる レジンコーンテクニク

佐氏 インジェクタブルレジンの中でゼロフローの位置づけはいかがでしょうか。  
千田 形態保持性を有するゼロフローの登場により、ダイレクトアプリケーションでの使用頻度が急激に増加してきました。

すなわち、歯科技工士がワックスアップでドロップオン (ワックスコーン) テクニクを行うように、歯科医師がレジン填塞時にゼロフローでドロップオンテクニクを行うことで、自然な歯の形態を短時間で再現することが可能になったのです。

富士谷 このテクニクを、私たちは“レジンコーンテクニク”と呼んでいます。歯は凸面できているので、この方法だと形が作りやすいし、解剖学的に自然な形が作れます。「グレースフィル ゼロフロー」のように形態保持性があり高強度のインジェクタブルレジンだからこそ行えるテクニクです (図5)。

千田 2級窩洞をレジンで修復していく場合、歯肉側高縁部や隣接面ボックス窩洞部にペースタイプを気泡なく緊密に充填するのは非常に困難ですので、まずボックスのところには、フローやローフロータイプで填塞してすべて覆ってしまいます。次は、ペースタイプでも良いのですが、ゼロフローで小窩裂溝が埋まらないように厚みを考えながらフェンスを作り、窩洞を単純化します。その後は、咬頭や隆線を作っていけば、自然と小窩裂溝もできます。これがインジェクタブルレジンの臨床操作上における大きな特長で、ダイレクトアプリケーションの醍醐味です。

伏島 窩底にライナーを敷くことは重要ですか。

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	ライニング	ベニア、補修など
ゼロフロー	◎*1	◎*1	大:◎ 小:○	小:◎ ◎*2	深:◎ 小・浅:○	△	ベニア:— 補修:○
ローフロー	○	○*3	◎	○*2	深:○ 小・浅:◎	○	ベニア:◎ 補修:◎
フロー	小・浅:○	—	—	—	小・浅:◎	◎	ベニア:△ 補修:○
パテ (ペースタイプ)	◎	◎	大:◎ 小:○	◎	深:◎ 小・浅:△	—	ベニア:△ 補修:○

◎:最適  
○:適する  
△:使用できる  
—:使用する場合は十分に配慮する  
大・小・深・浅・窩洞(欠損)の大きさ、深さ  
\*1:レジコンテクニクを使用  
\*2:舌(口蓋)側のエナメル質のスキンに使用する  
\*3:きわめて小さい窩洞の場合

図6 グレースフィルシリーズの使い分け。

千田 深い窩洞に直接シリンジで充填しようとしても、窩底部になじまないところが出てくるので、なじみが良くフローの高いインジェクタブルレジンでライニングすることは必須です。それにより歪みの緩衝材となり、レジンの収縮や応力発生にも効果があると思います。また、良好なぬれ性によりレジン修復物の窩壁適合性が向上し、術後の不快症状、褐線や二次う蝕の予防も期待できます。

佐氏 ライナーとして使うレジンフロアブルタイプの流れの良いレジンでも良いのですか。

千田 従来のフロアブルタイプを使うということもあるかもしれませんが、ライナーとしての適切な弾性や剛性も必要になるので、インジェクタブルレジンの流れの良いものを使うべきです。たとえばライナーの上にペースタイプの「グレースフィル パテ」を使うつもりでしたら、やはり同じ材料のグレースフィル フローかローフローをライナーとして敷くことをおすすめします。万が一、表面にフローやローフローが露出したとしてもインジェクタブルレジンであれば物性的に安心です。

### 3級、5級、楔状欠損窩洞にはローフローが最適

佐氏 臼歯のケースだとレジコンテクニクで歯冠を築盛するのですが、咬合接触関係をコントロールするうえでの注意点はいかがでしょう。

千田 初めてダイレクトアプリケーションをする時には、事前に咬合接触点を記録してから窩洞を充填することが必須です。しかし、慣れてくればたとえ咬合接触を記録しなくても、残っている歯質の摩耗の程度を見ると咬頭傾斜の角度が分かりますし、隣在歯、対合歯を注意深く観察すれば修復形態もある程度の予測はできると思います。ただ、やはり最後に咬合調整は必要になります。咬合調整は直接法の宿命だと思います。

佐氏 分かりました。

ここまでゼロフローを中心にお話をいただいたのですが、フロー、ローフローはどのように使い分けたいのでしょうか。

千田 ライナーにゼロフローは使いにくいので、フローかローフローです。フローで流れすぎてやりにくいと感じたらローフローで、ローフローはオールマイティ的に使えるものだと思います(図6)。

富士谷 たとえば、歯頸部の5級窩洞や舌側からアプローチする3級窩洞、あるいは小さな楔状欠損の窩洞なら、ローフローだけでも充分だと思います。しかし、窩洞が大きく近心がくびれて歯根が出ているようなケースなら、最初にローフローでライニングしてゼロフローでギリギリのところまで盛り上げます。あるいは、ペースタイプの「グレースフィル パテ」でも良いです。要するに、最終の充填は先生方が使いやすい材料を選べば良いと思います。

また、咬耗や酸蝕症にともなう広く浅い損耗の場合は、ローフローが適応

です。「グレースフィルシリーズ」であれば、曲げ強度や耐摩耗性、破壊靱性に優れているので辺縁の厚みが薄くても安心です。

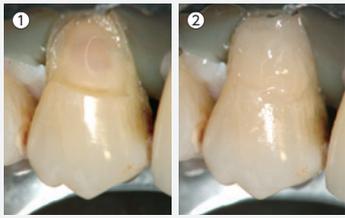
千田 上顎前歯の歯頸部に深い窩洞がある場合は、バーチカルレイヤリングテクニクを使ってローフローでレイヤリングします(図7)。形態を作る必要もあるので、ローフローのほうが使いやすいと思います。

富士谷 私の場合、深く幅広い歯頸部窩洞では、形態が取りにくいので、バーチカルレイヤリングテクニクの基本に、失われた象牙質部分をゼロフローですべて埋めて、その上の残されたエナメル質部分をペースタイプで仕上げるようにしています(図8)。最初に充填したインジェクタブルレジンで色調の確認ができますし、ペーストレジンによる形態付与に時間がかかっても、象牙質部分がゼロフローでしっかりと封鎖されていますので、安心安全で美しい歯頸部レジン修復が可能となります。

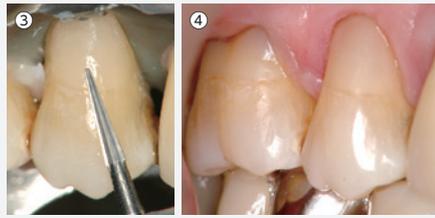
千田 またこの症例(図9)では、捻転歯をできるだけ正常な形態に見せかけるためにローフローを使ってダイレクトベニアを行いました。このような場合もインジェクタブルの特徴を生かすことができます。

### ペーストとインジェクタブルを駆使してレジン修復を極める

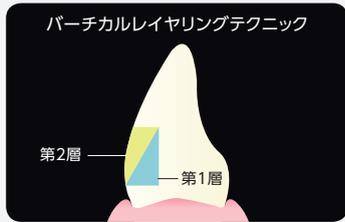
佐氏 この「グレースフィルシリーズ」のローフローとゼロフローは、2018年



ローフローを塗布し(①)、歯頸部側にゼロフローを注入・填塞し(パーチカルレイヤリングテクニック)、いったん光照射した後、歯頂側に注入・填塞して光照射する(②)。



形態の修正、余剰部の削除は8枚刃のフィニッシングカーバイドバーを用いる(③)。その後ディスクやカップを使用すればすばらしい光沢をもつ修復が完成する(④)。



パーチカルレイヤリングテクニック: 深く、広範な5級窩洞の場合、修復レジン1層目を歯頸部よりに図のように填塞・重合し、2層目を歯頂側よりに填塞する。

図7 パーチカルレイヤリング。

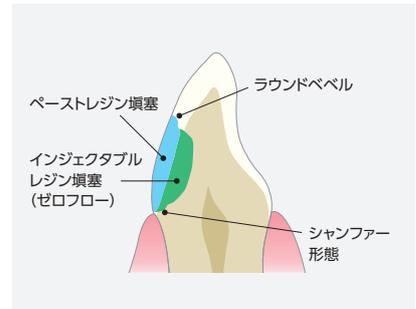


図8 パーチカルレイヤリングテクニックの応用。

度GC友の会新製品として会員の先生方にお届け(注:2017年11月初旬頃にお届け予定)されますが、初めて使用する場合、どのような症例に使ってみるのが良いでしょうか。

富士谷 シリンジ1本ですべて修復できればいいのですが、なかなかそうはいきませんから窩洞の種類や大きさによって使い分けが必要になってきます。ただ、最初の症例としては、マトリックスを使った3級修復や歯頸部窩洞への使用をお勧めします。ローフローが垂れて使いにくいと思ったらゼロフローがよいでしょう。

千田 我々もインジェクタブルレジンが登場して、すぐにダイレクトアプリケーションができたわけではなく、模型上で何本ものレジン詰めて練習し、なるほど、ここはこうなのだとして理解してから臨床に取り組んできました。ですから、初めて使われる臨床家の先生方もぜひ模型で練習して、使い勝手を体験してください。とくに「グレースフィルシリーズ」は押し出しが軽く、キレも良いので

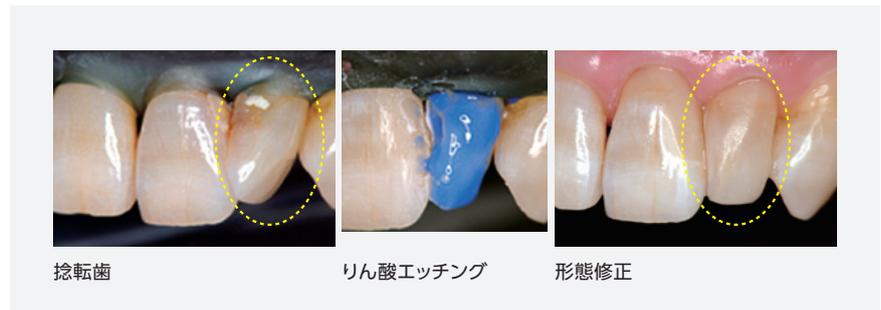


図9 ローフローによるダイレクトベニア的修復(左側切歯)。

とても使いやすく、数回練習すると分かってくると思います。

富士谷 いま千田教授が言われたように、私も自分の部屋で練習していました。やはり新しい概念の修復テクニックは、練習しないといけません。

佐氏 最後にまとめとして一言ずつメッセージをいただけますか。

千田 まずジーシーのテクノロジーについて、インジェクタブルレジンをここまで進化させていただいた開発姿勢に心から敬意を表します。私たちは、インジェクタブルレジンでしかできない臨床操作とともに、日本のレジン修復の臨床をより発展させていきたいと思っています。ぜひ、読者の先生方も次世代

のレジン修復にチャレンジしていただきたいと思います。

富士谷 最初に申し上げたように、いまや修復用のコンポジットレジンとは2タイプの時代です。ひとつはペーストレジンで、もうひとつはインジェクタブルレジン。新しいジャンルが確立され、レジン修復にはパラダイムシフトが起きているのです。それを理解したうえで、コンポジットレジン修復の適応範囲を広げて、レジン修復を楽しんでいただきたいというのが私の願いです。

佐氏 本日は非常に有意義なお話をいただきありがとうございます。千田教授、富士谷教授、本当にありがとうございました。

## インジェクタブルレジンによるレジンコーンテクニック

- ①ローフローを歯肉側窩洞部に注入  
窩底を一層ライニングするところまで注入。



- ②ゼロフローで隣接面部(フェンス)を調製

隣接歯の辺縁隆線と高さを合わせる。探針で辺縁隆線の丸みを出す(咬合面側鼓形空隙)。



小窩に想定される場所より薄く!

- ③マトリックスを外す

- パイタインリング⇒ウェッジを外したところでマトリックスを開き、歯頸部光照射(頬舌2方向より)。
- マトリックスを近遠心、頬舌に動かし、レジンから剥がす。
- 慎重に除去(とれにくい時は、プライヤーなどで除去)。



- ④ゼロフローで咬頭隆線を築盛する

- 最初に築盛する咬頭隆線は控えめに(凸カーブを出すため)。
- 窩洞幅径が狭い場合は、咬頭隆線を咬頭頂から窩洞中央部に向かい「流し下ろす」ようにして築盛する。窩洞幅径が広い場合は、逆に窩洞中央部から咬頭頂に向かって「流し上げる」ように築盛するとよい(図5⑤参照)。



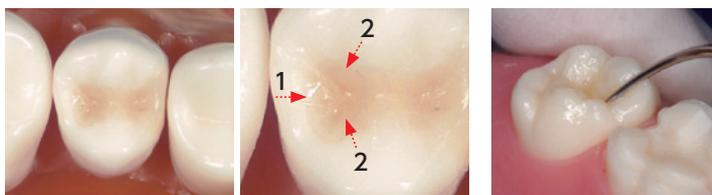
- ⑤ローフロー～ゼロフローを小窩の底部くらいまで注入

- シェードは濃いもの(A4, CV, オパーク系)。小窩の底部が少し暗く黄色がかり、自然観が醸し出される。



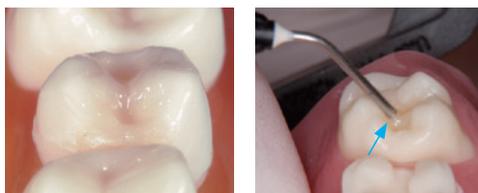
- ⑥ゼロフローで小窩を調製する

- 咬頭隆線以外の部分も窩縁より「流し下ろす」ようにしてつくる。
- 辺縁隆線側、咬頭隆線側の3方向から「流し下ろす」。
- 交点が自然に小窩になるように、丁寧に調製する。
- 必要に応じて、探針などで付形する。



- ⑦必要に応じてゼロフローまたはローフローで咬頭隆線を凸カーブにする

- 追加築盛により、丸みを出す。
- 探針で少しずつ追加するのもよい。
- 小窩が埋まらないよう注意。



- ⑧咬合調整、形態修正、仕上げ・研磨

- カーバイドバーなどで通法にしたがって咬合調整、形態修正。
- 必要に応じて、ホワイトポイント。
- プレシャイン、ダイヤシャインで研磨。

