

骨補填材 「サイトランス グラニュール」を 用いた骨増生法

栃木県 医療法人ゆたか会 丹野歯科医院
歯科医師
丹野 努



はじめに

口腔インプラント治療(以下、インプラント治療)は、オッセオインテグレーションが紹介されて以来、様々な進歩を遂げ欠損歯列に対する治療法として確立されている。インプラント治療が開発された黎明期には、骨が存在する部位にしか埋入を行うことができなかったが、各種骨増生の技術とその増

生素材の開発とともに、その適応症を拡大していった。

再生医療の3要素は、①細胞、②成長因子(サイトカイン)、③足場(スキャフォールド)であり、この3要素が揃うことで効率的に組織が再生することが知られている。サイトランス グラニュールはこの中の“足場”に相当する。そ

のため、サイトランス グラニュールとその他の要素である細胞や成長因子を組み合わせることで、さらに骨形成を促進させることが期待できる。

今回は、筆者が日常のインプラント治療においてサイトランス グラニュールを用いて行っている骨増生法について、症例を通して考察していきたい。

サイトランス グラニュールの特徴

サイトランス グラニュールは、化学合成された低結晶性の炭酸アパタイトである。JIS T0330-3:2012に準拠した溶解速度試験(図A)では、β型リン酸三カルシウム(β-TCP)は生理的環境(中性)で溶解するのに対し、炭酸アパタイトは溶解しない。一方で、破骨細胞が骨を吸収する弱酸性環境ではハイドロキシアパタイト(HAp)は溶解しないのに対し、炭酸アパタイトは溶解する¹⁾。つまり炭酸アパタイトは、β-TCPのよう

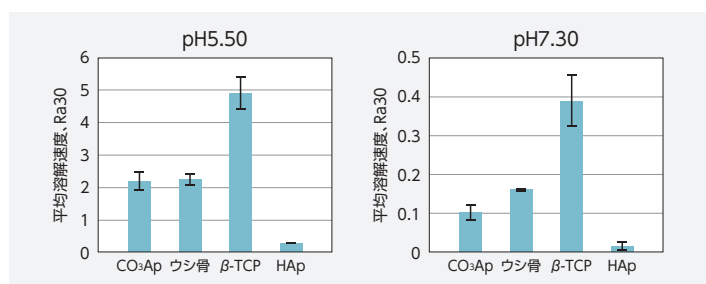
に体内で物理化学的に溶解することはなく、またHApや非吸収性材料のように体内に留まり続けて長期に残留し、感染源となることもない。

骨髄細胞を用いた試験では、炭酸アパタイトはHApと比較して、骨の分化を促進することが報告されている²⁾。

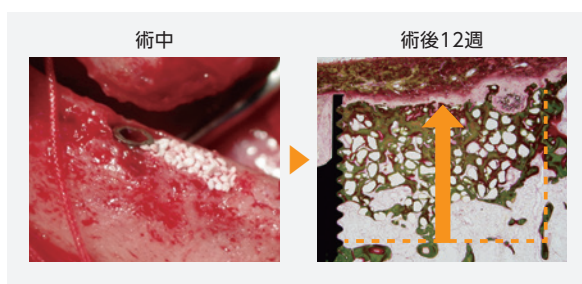
ビーグル犬の顎骨に欠損を作製してインプラントを埋入し、各種人工骨を填入するという実験(図B)においては、移植後の早い段階では、ウシ骨由来製

品は欠損の下方部分にしか骨が形成されず、歯槽頂には骨形成を認めなかったのに対し、炭酸アパタイトは歯槽頂部分まで骨形成を認めた³⁾。試験においても、炭酸アパタイトは早期に吸収・骨置換することが確認されている^{4,5)}。

以上のことから、炭酸アパタイト製人工骨であるサイトランス グラニュールは、β-TCPやHApと異なり、骨伝導性が高く、より人の骨に近い人工骨であると言える。



図A JIS T 0330-3に準拠した溶解速度試験の結果(左:弱酸性pH5.50、右:中性pH7.30)。弱酸性pH5.50の溶解速度は、β-TCP顆粒が速く、HAp顆粒は遅い。中性pH7.30の溶解速度は、β-TCP顆粒が速い。



図B ビーグル犬の顎骨欠損部への填入後12週の組織写真。歯槽頂部まで新生骨(緑色)の形成が確認できる。サイトランス グラニュールは白色の箇所である。

症例1 32歳女性 ソケットプリザベーション

治療内容：|5 欠損部位へのインプラント治療

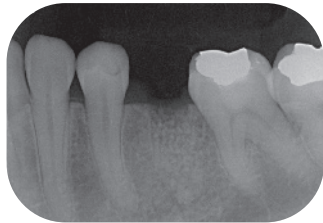
治療経過：|5 の内部吸収、歯根破折により抜歯をすることになった。抜歯時にサイトランス グラニュールにてソケットプリザベーションを行った。その後、6か月後にインプラント埋入手術を行った。現在、補綴後1年程度経過しているが、問題なく経過している。



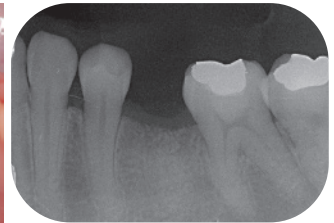
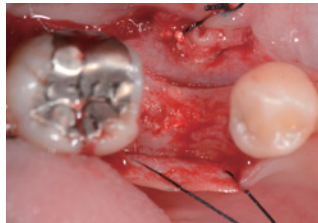
1-1 |5 が内部吸収、歯根破折により保存不能。



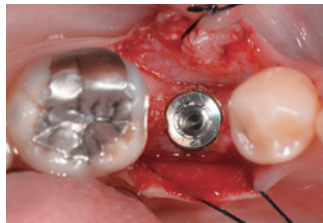
1-2 抜歯し、よく搔爬を行った。



1-3 サイトランス グラニュールのSサイズを填入し、コラーゲンスポンジで封鎖した。



1-4 術後半経過後にインプラントの埋入手術を行った。サイトランス グラニュールの顆粒はまだ確認できるが、肉眼的にもほぼ同化している。



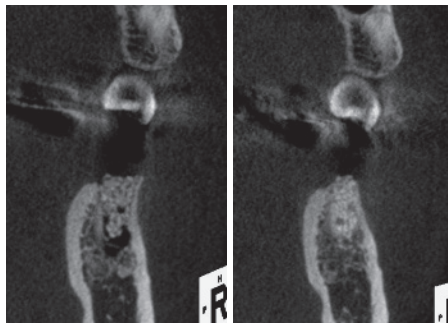
1-5 ジーシー インプラントRe ジェネシオ Plusを埋入した。



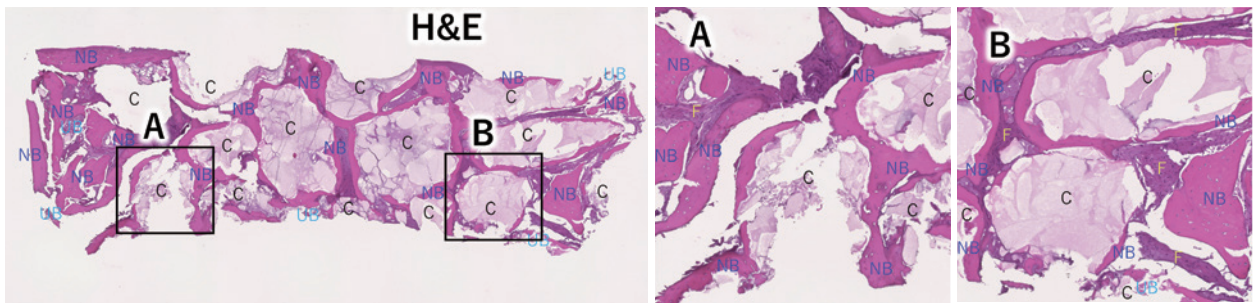
1-6 ソフトレッチ (ジーシー)5-0で縫合を行った。



1-7 最終補綴後、1年経過しているが、経過は良好である。



1-8 ソケットプリザベーション直後(左写真)と8か月後(右写真)のCT像。まだ、サイトランス グラニュールの顆粒を認めることができる。



全体的にサイトラン スグラニュール (C) の残存を多く認めるが、その周囲は新生骨 (NB) が形成されており一体化していた。拡大像から、サイトラン スグラニュールと新生骨は直接結合している様子が見てとれる。

1-9 サイトラン スグラニュール 填入6ヵ月後にフィクスチャー埋入予定部 (I5) から骨採取用レフィンバーを用いて採取した組織の標本像。

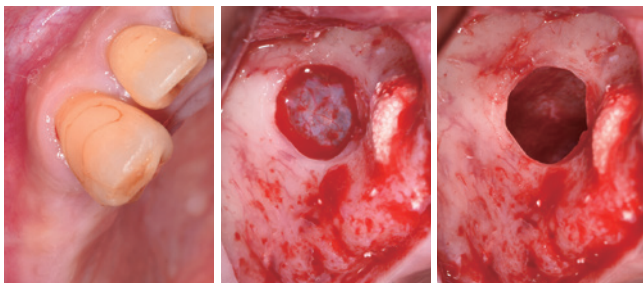
症例2 42歳男性 サイナスリフト

治療内容：654|欠損部へのインプラント治療

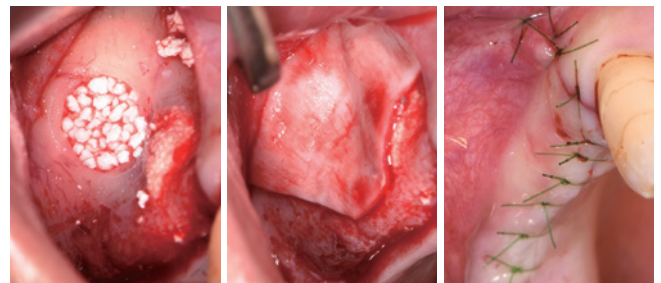
治療経過：654|欠損部は洞底部の既存骨が2mm程度しかないため、サイトラン スグラニュールを用いてラテラルウィンドウテクニックによるサイナスリフトを行った。8ヵ月後、ジーシー インプラント Aadvantage テーパードによる埋入手術を行った。現在はプロビジョナルレストレーションの状態であるが、問題なく経過している。



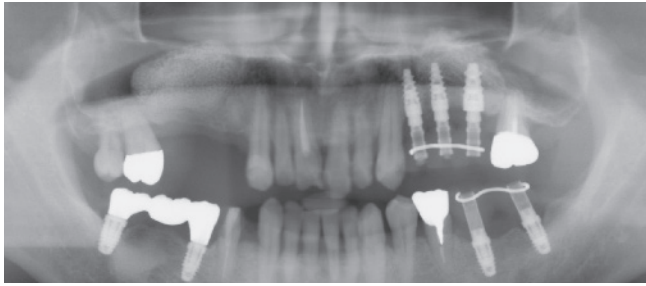
2-1 654|欠損部にインプラント治療を行うため、サイナスリフトを行うこととした。



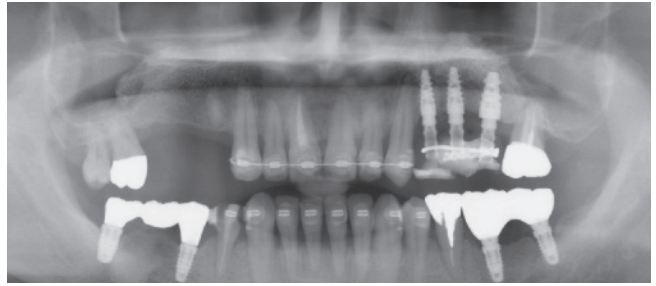
2-2 粘膜を剥離、翻転させウィンドウを形成し、シュナイダー膜の剥離・挙上を行った。



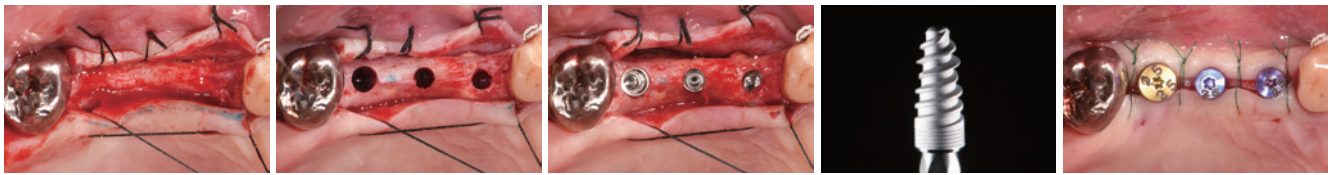
2-3 サイトラン スグラニュールのMサイズ顆粒を填入し、吸収性のメンブレンにより封鎖し、ソフトレッチ (ジーシー)5-0で縫合を行った。



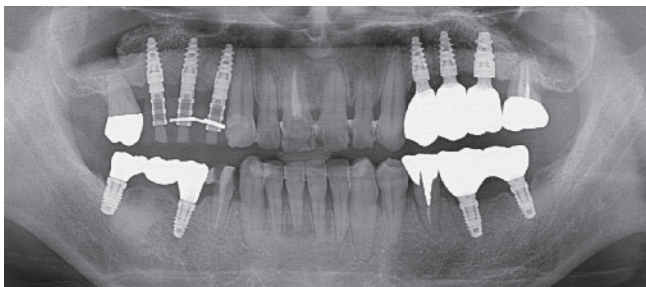
2-4 サイトランス グラニュール填入後のパノラマX-p。サイトランス グラニュールは、X線写真にて不透過像として確認される。



2-5 サイナスリフト後8カ月のパノラマX-p。填入時からポリウレームの低下はみられない。周囲の骨と同化しているように見える。



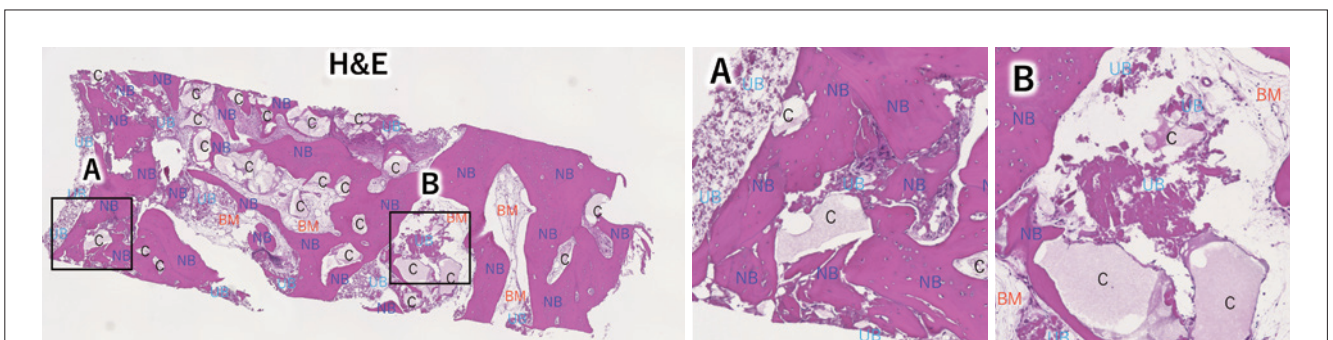
2-6 サイナスリフト後8カ月で、ジーシー インプラント Aadva テーパーの埋入を行った。



2-7 インプラント埋入から3ヵ月後、プロビジョナルレストレーションを装着。現在矯正治療を行っているが、右上部インプラントは特に問題なく経過している。

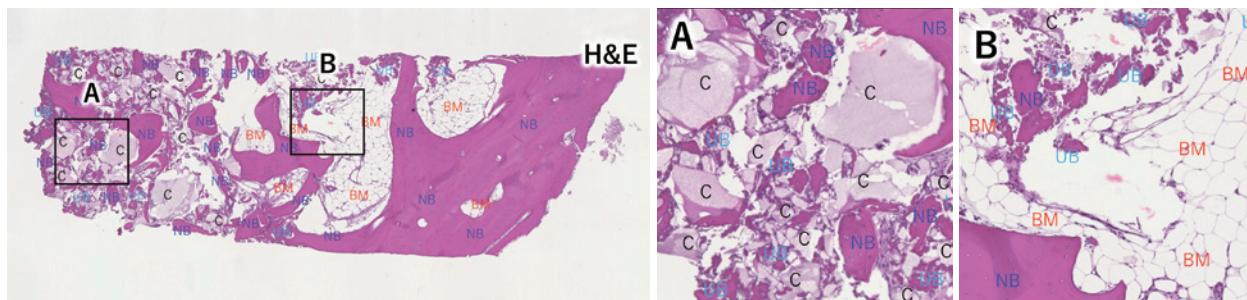


2-8 サイトランス グラニュールによるサイナスリフトのCT断面。術前(左写真)、術直後(中央写真)、術後8ヵ月(右写真)。ポリウレームの低下は認められず、上部には皮質骨様の不透過像が認められる。サイトランス グラニュールの顆粒も吸収しているのか透過像の割合が増えてきている。



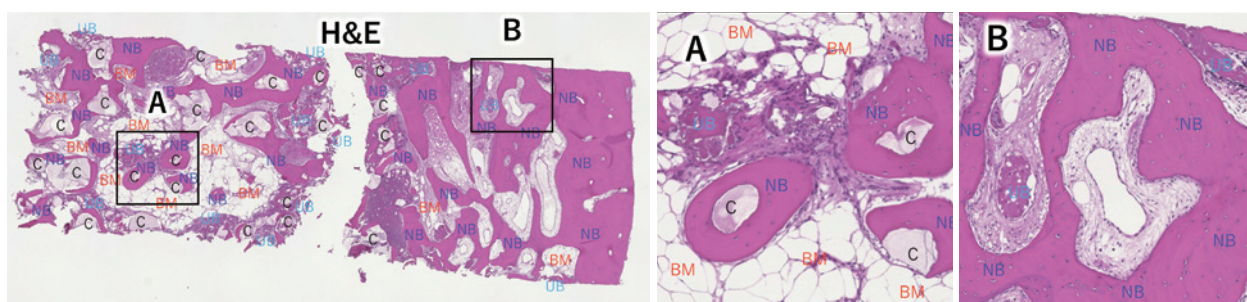
右側が既存骨、サイトランス グラニュール (C) を認めるBから左側が新生骨 (NB) と考えられる。全体的に骨に置換されている様子が確認できる。サイトランス グラニュール (C) は吸収され、その周囲で新生骨 (NB) や骨髄 (BM) 形成が起きている。

2-9 サイトランス グラニュール填入8ヵ月後にフィクスチャー埋入予定部(4)から骨採取トレフィンバーを用いて採取した組織の標本像。



同様に右側に既存骨、左側に新生骨(NB)を認め、全体的に骨がよくできている。サイトランス グラニュール (C) を填入した部分が新生骨(NB)および骨髄(BM)に置換されている。

2-10 同じく (5) の組織標本像。



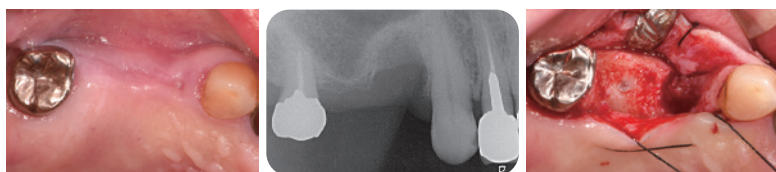
同様に右側に既存骨、左側に新生骨(NB)を認め、全体的によく骨ができています。サイトランス グラニュール (C) の周囲に同心円状に新生骨(NB)が形成されている様子が観察できる。

2-11 同じく (6) の組織標本像。

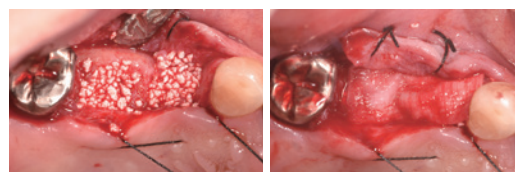
症例3 65歳女性 内側性GBR サイナスリフト

治療内容：65]欠損部へのインプラント治療

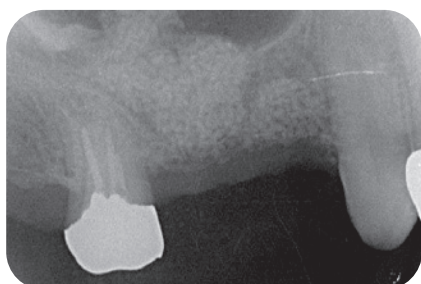
治療経過：5]部は骨欠損に対するGBR、6]部にはラテラルウィンドウテクニックによるサイナスリフトを行った。現在、最終補綴後1年であるが、問題なく経過している。



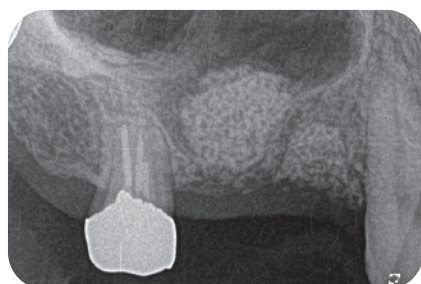
3-1 5]相当部の骨欠損部にはサイトランス グラニュールによるGBR、6]相当部にはサイトランス グラニュールによるサイナスリフトを行うこととした。



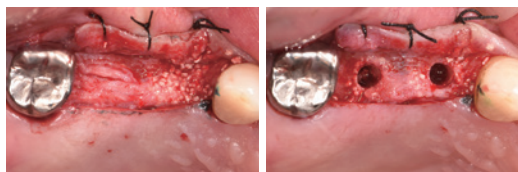
3-2 欠損部にサイトランス グラニュール Mサイズを填入し、メンブレンにて封鎖を行った。



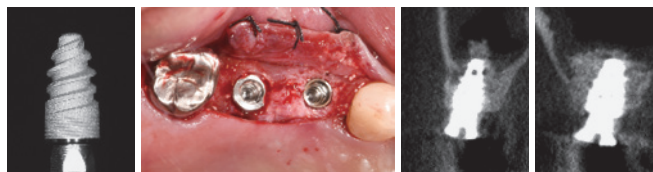
3-3 6]部はシュナイダー膜が少し破れ、上顎洞への顆粒の漏出が見られた。



3-4 術後6カ月経過。上顎洞の炎症所見は認められない。漏出した顆粒も認められなかった。



3-5 欠損部は骨様組織で満たされている。5]相当部にはまだサイトランス グラニュールの顆粒が認められる。



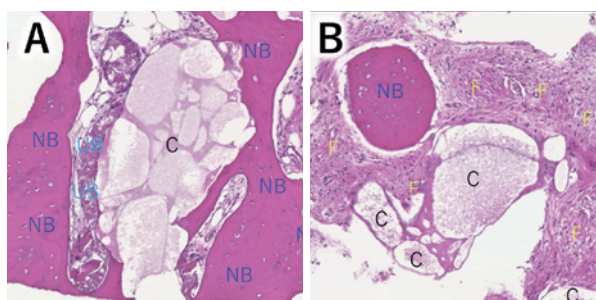
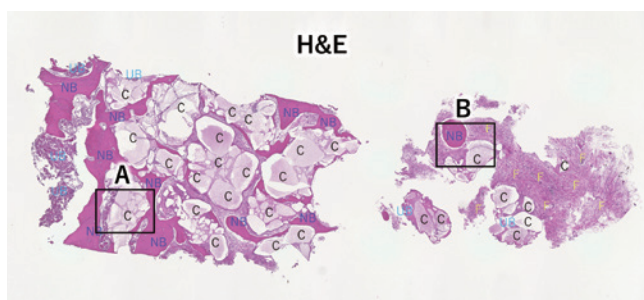
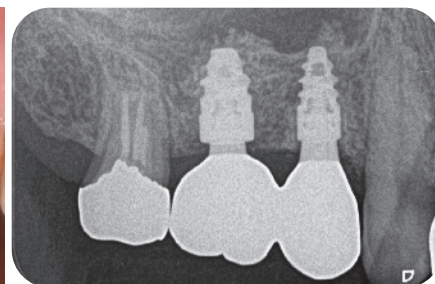
3-6 65]にジーシー インプラント Aadvant テーパードを埋入した。サイトランス グラニュールによって骨増生された部位に埋入されている。



3-7 ソフトレッチ (ジーシー)5-0で縫合を行った。

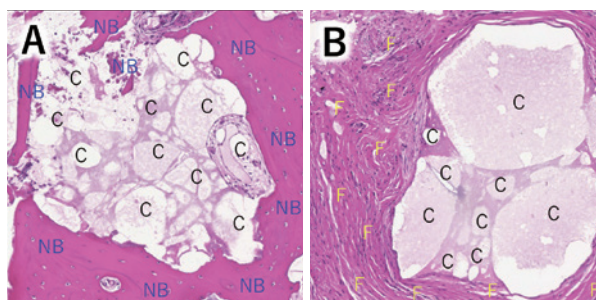
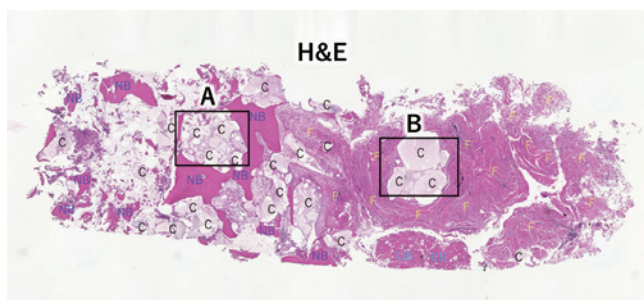


3-8 最終補綴後から1年経過しているが、経過は良好である。



左側に骨、右側に線維性組織 (F) を認める。サイトランス グラニュール (C) の多くが残存しているが、その周囲には新生骨 (NB) の形成を認める。骨側から骨伝導しているように見える。

3-9 サイトランス グラニュール填入6ヵ月後にフィクスチャー埋入予定部 (5])から骨採取トレフィンバーを用いて採取した組織の標本像。



同様に左側に骨、右側に線維性組織 (F) を認める。サイトランス グラニュール (C) は形状を維持しているが、その周囲には新生骨 (NB) の形成を認めるため、吸収・骨置換が進んでいると思われる。

3-10 同じく (6]) の組織標本像。

症例4 68歳女性 サイナスリフト

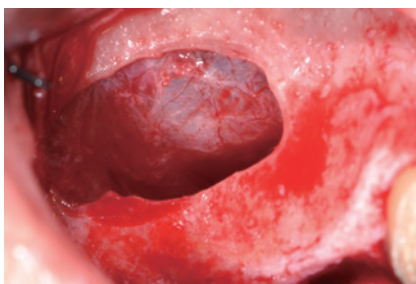
最後の症例は、サイトランス グラニュールの特別座談(ジーシー・サークル168号 2019年1月発行号)でご覧いただいた症例のその後である。

治療内容：765へのインプラント治療

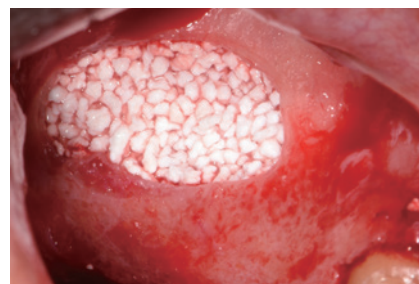
治療経過：上顎洞底に骨が少ないため、サイトランス グラニュールを用いて、通法どおりのラテラルウィンドウテクニックによるサイナスリフトを行った。



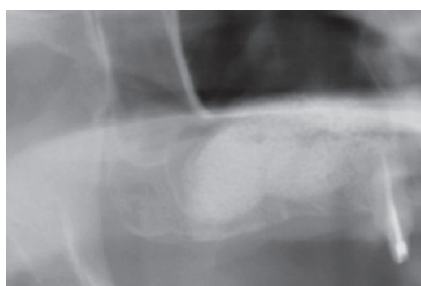
4-1 765相当部にラテラルウィンドウテクニックによるサイナスリフトを行う。



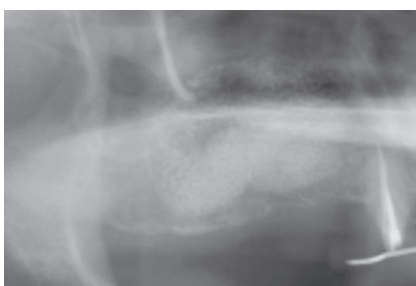
4-2 ピエゾサージェリーを用いてウィンドウ形成を行い、シュナイダー膜を挙上した。



4-3 サイトランス グラニュールの填入。本術式には、操作性および顆粒停留性の良いMサイズが使いやすい。



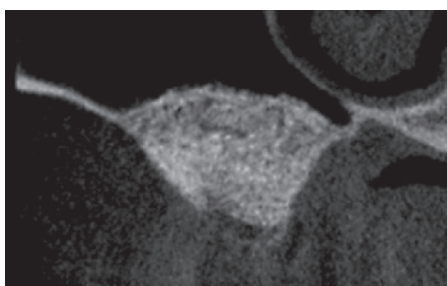
4-4 サイナスリフト直後のX線写真。サイトランス グラニュールを填入後、骨窓は吸収性メンブレンで閉鎖した。



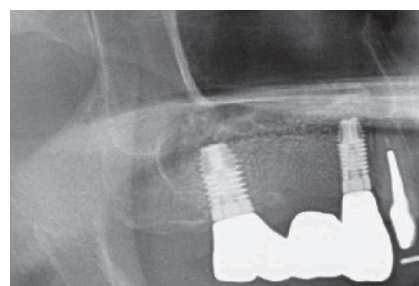
4-5 サイナスリフト1週間後のX線写真。右上顎洞に炎症と思われる不透過像が見られる。



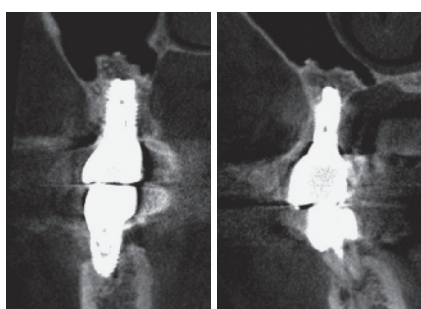
4-6 サイナスリフト1ヵ月後のX線写真。上顎洞の炎症は消退し、サイトランス グラニュールによる挙上部位は安定している。



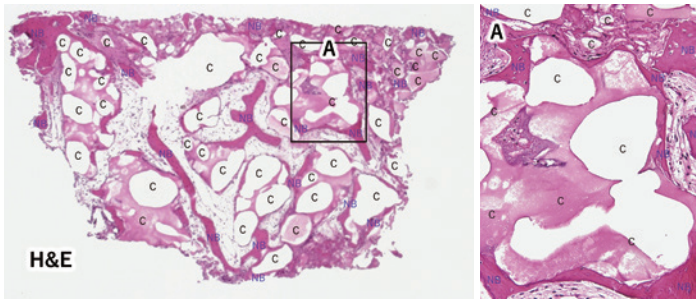
4-7 サイトランス グラニュール填入8ヵ月後のX線写真とCT断面像。シュナイダー膜の下に一層の不透過像が見られるとともに、術直後と比較して不透過像が減少している。これは、サイトランス グラニュールが骨に置換していると考えられる。上顎洞に炎症がないこと、増生量が減少していないことも確認できる。



4-8 サイナスリフト8ヵ月後にジーシーインプラントRe ジェネシオ Plusを用いてインプラント埋入手術を行った。インプラント埋入から3ヵ月後に最終補綴装置を装着。



4-9 インプラント埋入から6ヵ月経過後のCT画像(左写真：7、右写真：5)。インプラントは特に問題なく経過している。インプラント周囲に透過像が増えていることが確認できる。



全体的にサイトランス グラニュール (C) の残存を多く認め、その周囲を覆うように新生骨 (NB) が形成されて一体化していた。拡大像からも、サイトランス グラニュール 周囲を新生骨が覆い、境界は隙間なく直接結合している様子が観察できる。

4-10 サイトランス グラニュール 填入8ヵ月後に 5] のフィクスチャー埋入予定部から骨採取トレフィンバーを用いて採取した組織の標本像。

まとめ

今回は、サイトランス グラニュールを用いたソケットプリザベーションとサイナスリフトの症例を供覧し、考察を行った。

現在、超高齢社会の到来に伴い、歯科における骨再建術や歯科用インプラント治療は増加傾向にある。歯科の骨増生術には①自家骨採取が困難、②整形外科分野と比較して骨再生能力

に劣る領域での治療、といった特徴があるため、自家骨を代替できる機能性の高い人工骨の開発が望まれていた。

さらには従来使われていた骨補填材は、安全性の問題や倫理的な問題、骨形成能の問題等、問題を多く有していた。ジーシーから販売されているサイトランス グラニュールは、人工骨として

安全性を確保するとともに、炭酸アパタイトとして高い骨形成能があると証明されている。またサイトランス グラニュールは、国内初のインプラントのための骨増生術を含む歯科全般の骨欠損に適用可能な人工骨として製造販売承認されており、今後のインプラント治療に大きな福音をもたらす材料と言える。

●参考文献

1. Ishikawa K, Miyamoto Y, Tsuchiya A, Hayashi K, Tsuru K, Ohe G. Physical and histological comparison of hydroxyapatite, carbonate apatite, and beta-tricalcium phosphate bone substitutes. *Materials* 2018; 11: 1993.
2. Nagai H, Kobayashi-Fujioka M, Fujisawa K, Ohe G, Takamaru N, Hara K, et al. Effects of low crystalline carbonate apatite on proliferation and osteoblastic differentiation of human bone marrow cells. *J Mater Sci Mater Med* 2015; 26: 99.
3. Mano T, Akita K, Fukuda N, Kamada K, Kurio N, Ishikawa K, Miyamoto Y. Histological comparison of three apatitic bone substitutes with different carbonate contents in alveolar bone defects in a beagle mandible with simultaneous implant installation. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2020; 108: 1450-1459.
4. Kudoh K, Fukuda N, Kasugai S, Tachikawa N, Koyano K, Matsushita Y, Ogino Y, Ishikawa K, Miyamoto Y. Maxillary Sinus Floor Augmentation Using Low-Crystalline Carbonate Apatite Granules With Simultaneous Implant Installation: First-in-Human Clinical Trial. *J Oral Maxillofac Surg.* 2019; 77: 985.
5. Nakagawa T, Kudoh K, Fukuda N, Kasugai S, Tachikawa N, Koyano K, Matsushita Y, Sasaki M, Ishikawa K, Miyamoto Y. Application of low-crystalline carbonate apatite granules in 2-stage sinus floor augmentation: a prospective clinical trial and histomorphometric evaluation. *J Periodontal Implant Sci.* 2019; 49: 382-396.



丹野 努 (たんの つとむ)

栃木県 医療法人ゆたか会 丹野歯科医院 歯科医師
略歴・所属団体◎1999年 北海道大学歯学部卒業。
2006年 丹野歯科医院を継承。2008年 医療法人ゆたか会 丹野歯科医院設立
5-D Japan所属/5-D Japan FST Director/日本口腔インプラント学会会員/日本成人矯正歯科学会理事/ICOI Diplomat/ Academy of Osseointegration 会員/AO2018 Clinical innovations award受賞

The 5TH INTERNATIONAL DENTAL SYMPOSIUM

2021.4.17 SAT ▶ 18 SUN

開催日程変更

2022.4.16 SAT ▶ 17 SUN 会場:東京国際フォーラム

(セッション) **インプラント治療の硬組織・軟組織再生**
～低侵襲で予知性の高い治療とは何か～

丹野 努先生 ご登壇いただく予定です



国際歯科シンポジウム
公式アプリ

