

〔臨床〕

乳臼歯部における接着性アマルガムの臨床的評価

畑 良明

北海道医療大学歯学部歯科保存学第二講座

(主任：松田 浩一教授)

Clinical evaluation of amalgam bonded with adhesive resin in primary molars

Yoshiaki HATA

Department of Operative dentistry and Endodontology, School of Dentistry,
Health Sciences University of Hokkaido

(Chief : Prof. Koichi MATSUDA)

Abstract

This study is evaluation clinical of amalgam bonded with adhesive resin (4-META/MMA-TBB) in primary molars. The subjects were 3 to 10 year old 34 children who visited the clinic of a general practitioner in Sapporo.

A total of 46 cavities (ClassII) in primary molars were restored with amalgam bonded with adhesive resin. These restorations were evaluated for wear, marginal fractures, body fractures, fracture of teeth, pulp sensitivity, missing, and secondary caries.

The results up to 24 months were as follows:

- 1) There were no post-operative pain, hypersensitivity to cold, or mastication pain.
- 2) There was one case of attrition of marginal restorations after 6 months, and one each was after 9 months, 12 months, 15 months 18 months, and after 24 months.
- 3) These was one marginal tooth fracture after 6 months, one after 18 months, and one after 21 months. There were no cases of fractures of the restorative body, falling materials, or of secondary caries.

It is suggested that the adhesive amalgam technique is be very useful for restoring primary molars.

受付：平成11年3月29日

Key words : Clinical evaluation, Bonded amalgam with adhesive resin, Primary molar.

緒 言

アマルガムは、成形修復材料として機械的強度、耐磨耗性などの点で優れた材料である。さらに、その材料自体や用法、填塞方法などについてもさまざまな改良^{1,2)}が行われ、主に臼歯部に広く使用されている修復材料の一つである。しかしながら、アマルガムは機械的強度、耐磨耗性などの点ではコンポジットレジンよりも優れているが、歯質と接着しないため辺縁封鎖性³⁾もいいとは言い難い。しかし、アマルガムと歯質との間に接着性レジンを経在させることによってアマルガムを歯質と接着させることが可能となるばかりでなく、その辺縁封鎖性も向上するといわれている⁴⁻⁸⁾。

そこで、著者は乳臼歯部II級修復において接着アマルガム法による修復を行い、その修復物の最長48ヶ月にわたって追跡調査したのでここに報告する。

材料と方法

被験者は、う蝕処置ならびに口腔管理を主訴として来院した患児34名(男児16名, 女児18名)を対象とし、症例総数は46例で、被験歯はすべてII級コンポジットレジン, アマルガム修復において2次う蝕に罹患して歯髄が健全であると判断したものである。実験に供した材料を表1に示すとともに被験者の性別, 年齢分布, 歯種

表1 実験に供した材料

商品名	製造会社	製造番号
スーパーボンド Dライナー	サンメディカル	401
アマルガム スフェリカルD	アマルガム合金 歯科用水銀	松風 119691 49696
ベースセメント	粉末 液	松風 99505 99568
シリコン印象材	エグザファイン	G-C 30461

表2 症例の年齢, 性別分布 (修復時)

	3歳児	4歳児	5歳児	6歳児	7歳児	8歳児	9歳児	10歳児	合計
男児	2	2	3	3	1	2	2	1	16
女児	2	3	3	4	1	2	2	1	18
窩洞数	6	7	8	8	3	6	5	3	46

表3 歯種別分布

		左側	右側
上顎	第1乳臼歯	6	5
	第2乳臼歯	6	6
下顎	第1乳臼歯	6	6
	第2乳臼歯	5	6

別分布を表2, 3に示す。

窩洞形態は、II級box formを基本に予防拡大を行い、健全象牙質内に保持形態を求め、必要に応じてグラスアイオノマーセメント (ベースセメント: 松風) にて間接覆髄を行った。接着性レジンセメントは4-META/MMA-TBB系レジンのライナー (スーパーボンドDライナー® : サンメディカル, 以下, 4-METAと略す。)を用いた。

窩洞形成後、全体を付属の歯面処理剤 (クエン酸10%+塩化第二鉄3%) で30秒間処理をした後、水洗、乾燥を行い、プライマーを塗布、軽くエアブローをした後、ライナーを混和(リキッド3滴, キャタリスト1滴), 窩洞全体に塗布、軽くエアブローを行い、直ちにアマルガム (スフェリカルD: 松風) 充填を行った。その後、充填から最低24時間を経過した後に研磨を行い、修復を完了した。

患歯の修復直後をベースラインとして、ほぼ3ヶ月ごとのリコールの際にアマルガム修復物の磨耗, 辺縁破折, 体部破折, 歯質破折, 脱落, 2次う蝕などをUSPHS評価基準⁹⁾を参考にし、診査を行い、同時に患歯の写真撮影, 付加型シリコン印象材 (エクザファイン: G-C) にてレプリカ印象を行った。診査に関する判定基準を

シンに24時間浸漬した後、エポフィクス樹脂に包埋、頬舌的に縦断、染色液の浸透程度を実体顕微鏡下で観察を行った。その結果、修復物と

歯質との界面に染色液の浸透は、全く認められず非常に良好な適合状態を示していた（図8、9）。



図3 12ヶ月後のレプリカ像：アマルガム頬側辺縁部にギャップが見られるが、大きな変化が認められない。

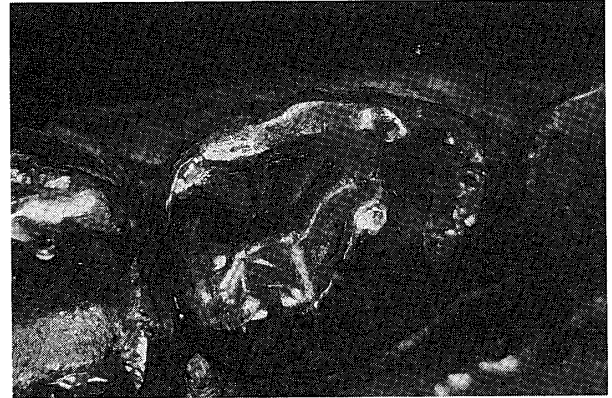


図6 \bar{D} ：ODII級接着アマルガム充填直後のレプリカ像。25ヶ月後に交換期のために抜去を行った症例を掲示する。アマルガムと歯質との適合性は非常によい。



図4 24ヶ月後のレプリカ像：咬耗部位における歯質との適合状態は非常によいが、他は大きな差が見当たらない。

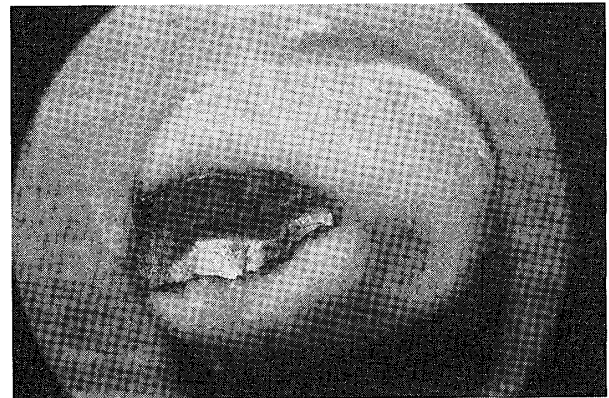


図7 25ヶ月後に抜去した歯。アマルガム辺縁にギャップが若干見られるが、ベースラインと比較して大きな差が認められない。

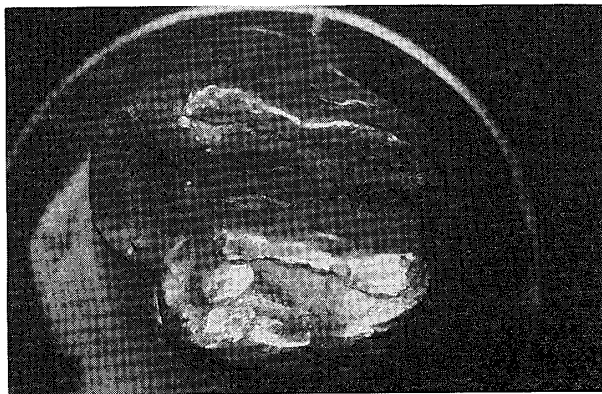


図5 32ヶ月後自然脱落した歯：アマルガム頬側辺縁部のギャップ以外、ベースラインと比較して大きな差が認められない。

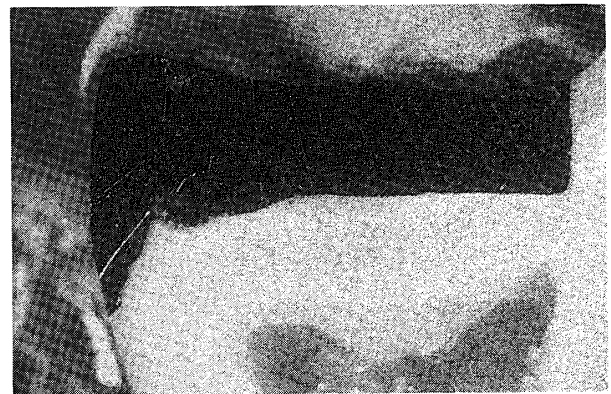


図8 \bar{D} ：肉眼所見では咬合面に磨耗、頬側辺縁部にギャップが認められたが、浸透試験の結果、非常によい適合状態を示している。

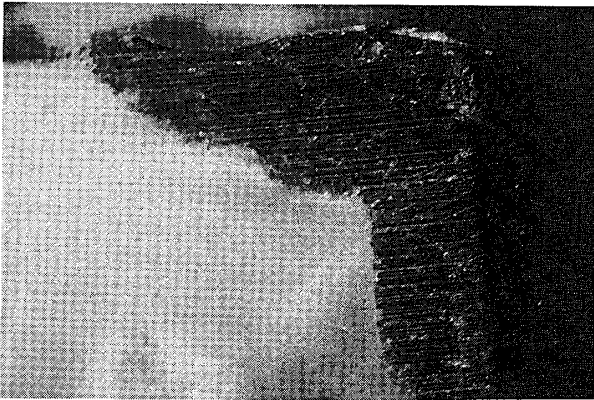


図9 D: 図8と同様に辺縁からの試験液の浸透は認められず、非常によい適合状態を示している。

考 察

アマルガムは、機械的強度、耐磨耗性などの点で優れた材料である反面、歯質接着性がなく、審美的にはコンポジットレジン、ガラスイオンマーセメントよりも劣っている。しかし、アマルガム充填に先立って窩壁にレジンセメントを塗布することによってアマルガムが歯質との接着性を有することが判明し、辺縁封鎖性も向上⁴⁻⁶⁾することが報告され、臨床例⁷⁻⁹⁾も示されている。しかし、接着性アマルガム修復について、その経時的変化を追跡したものは永久歯においてわずかに1例¹⁰⁾認められるものの乳歯においては皆無である。

本実験に供した4-METAと金属との接着機構は、酸無水物基と金属表面における酸化皮膜の水酸基の間での水素結合あるいはキレート結合、さらに酸化物表面の吸着水と反応して、酸無水物基がカルボキシル基とイオン結合すると考えられている¹¹⁾。また、アマルガムは金属組織が多孔性であるため、この部分にぬれのよい接着性レジンが浸透して機械的結合が得られると同時に充填時の加圧によって余剰な接着性レジンが押し出され、硬化後の接着材層を薄くすることによって、結果的に接着界面における水分の浸入を少なくし、接着耐久性をよくすると考

えられている⁷⁾。強固な酸化皮膜を金属表層に形成するため加熱酸化処理、葉液酸化処理、スズ電析処理などによって接着性ブリッジなど被着面の処理が行われてきたが、アマルガムはその成分中に銀、水銀、亜鉛、銅、スズなどを含んでおり、特に後者3金属とレジンセメントは、強い接着力を示すことが知られている¹²⁾。レジンセメントをライナーとして用いてエナメル質とアマルガムと歯質間の接着強さを調査した Shimizuら⁵⁾は、スーパーボンドDライナー[®]の場合では96kg/cm²、他の接着性レジンセメント、パナビア[®]を用いた場合には82kg/cm²であったと述べ、両セメントともにアマルガムと歯質間において優れた接着力を有していることを明らかにしている。

現在、コンポジットレジン修復は、その審美的優位性から日常臨床に多く用いられている。乳歯修復における修復法選択の経時的変遷¹³⁾を見ると乳犬歯においてわずかに1例のみアマルガム修復が見られるものの、乳前歯部における修復ではほぼ100%近くコンポジットレジン修復が行われており、臼歯部ではインレー、既製乳歯冠、コンポジットレジンによる修復症例が増加し、相対的にアマルガム修復が激減しているのが現状である。

Kreulenら¹⁴⁾は、乳臼歯II級修復における歯肉側壁での適合状態をアマルガム充填とコンポジットレジン充填法で比較検討した結果、コンポジットレジンの方が良好例が多いが、近心25%、遠心約40%に不適合が存在し、さらに術者間で適合状態に差があったと述べている。また、Varpio¹⁵⁾も同様に不適合の発生している割合が多いことを指摘している。さらにEidelmanら¹⁶⁾は、コンポジットレジン修復において1年後に側室、歯肉側辺縁部に透過像を40%のものに認めている。

コンポジットレジンには、材料そのものが持つ重合収縮(体収縮率1.2%~1.6%¹⁷⁾、アマルガ

ム $-0.03\sim+0.018\%$ ¹⁸⁾から歯質との間に間隙（コンストラクションギャップ）が生じやすいといわれている。II級修復における接着アマルガムとコンポジットレジン修復を比較した清水ら¹⁹⁾は、接着界面での収縮に伴う間隙は、歯肉側壁でコンポジットレジン $8.2\mu\text{m}$ であったのに対して接着アマルガム $0.9\mu\text{m}$ 、髓側壁部でコンポジットレジン $16.8\mu\text{m}$ 、接着アマルガム $0.4\mu\text{m}$ で、コンポジットレジン修復は、接着アマルガム修復の場合よりも10倍から40倍の間隙が生じると述べている。また、コンポジットレジン熱膨張係数が大きいことため口腔内の温度変化の繰り返しによってレジンと歯質の接着界面に破綻をきたしやすく、これらの間隙は、漏洩による歯髄刺激、二次う蝕発生の原因になることがよく知られている。さらに、強固な接着力を求めるあまり、コンポジットレジンの重合収縮によって窩洞辺縁に微小割れが生じることも示されている²⁰⁾。これら重合収縮による問題を解消するために間接法によるコンポジットインレー法が応用²¹⁾されているが、一般に普及しているとは言い難い。

近年歯科医療は、口腔内環境をう蝕原性から非う蝕原性へと変化させ、修練した修復処置と予防的歯科医療とを併用した管理を中心とした予防的アプローチ²²⁾が求められている。その実現のためには予後臨床成績の高い材料による修復がなされるべきであるが、コンポジットレジン直接法による修復では、乳臼歯において解剖学的形態を付与しにくい、II級複雑窩洞に用いた場合、耐久性を有しているといえない、歯肉側壁に接着に十分な歯質が存在しない点などから、さほど長期間に及ばない乳歯の歯冠修復に適している²³⁾といわれている。さらに、コンポジットレジン修復によるII級窩洞における充填物の予後がわずかに平均19ヶ月であったという報告²⁴⁾もあり、コンポジットレジン修復がわずかに2年以内で二次う蝕、脱落など不快な状態

に至っている現状では、II級窩洞修復に果たして適した材料といえるのか疑問が残る。

今回の追跡調査において、接着性アマルガム修復法は、良好な予後が示され、また色素試験においても優れた適合性を有していた。これらの理由から接着性アマルガム修復法は、乳臼歯に対する修復法の一つとして有効な方法になり得ると考えられる。

アマルガムは、口腔内では非常に安定した材料²⁵⁾であることが知られている反面、水銀による環境汚染問題を常に包含した材料である。そのため、填塞時、研磨時におけるラバーダム防湿の励行²⁶⁻²⁸⁾によって環境汚染の防止を図るとともに万が一排水中に溢出した場合にはトラップの使用や水銀を含まないガリウムスズの使用や他の材料、各々の長所を生かすような処置の検討が必要であると考えられる。

結 論

乳臼歯部II級修復において、接着性レジンセメント：4-META/MMA-TBB系レジンのライナーとアマルガムによる歯冠修復を行い、その臨床成績を観察したところ、次の結論を得た。

- 1) 冷水痛、咬合痛、打診痛などの不快症状を示すものは1例も見出せなかった。
- 2) 修復物の磨耗における所見では、6ヶ月経過例で1例、12ヶ月経過例で1例認められた。
- 3) 辺縁破折が6ヶ月経過例で1例、9ヶ月で1例が、12ヶ月で1例、15ヶ月で1例、18ヶ月で1例、24ヶ月でさらに1例が認められた。
- 4) 観察期間中に体部の破折、歯質破折、2次う蝕は、1例も見出せなかった。また、観察期間中に交換期のために自然脱落した例が25ヶ月で1例、32ヶ月で3例存在した。

以上のことより、接着性レジンセメント：4-META/MMA-TBB系レジンライナーと

してアマルガムによる接着アマルガム法は、乳白歯部II級修復において有用なものと思われるが、その適応には十分な配慮が必要であると考ええる。

文 献

1. 井上 清：成形修復；保存修復学（土屋裕彦，井上 清，内田昭次，川越昌宜著）クインテッセンス出版，東京，102-107，1987.
2. Jordan RE, Suzuki M, Boksman L: The new generation amalgam alloys, *Dental Clinics of North America*, **29**: 341-358, 1985.
3. Bauer JG, Henson JL: Microleakage of direct filling materials in class V restorations using thermal cycling, *Quintessence International*, **11**: 765-769, 1985.
4. Varga J, Matsumura H, Masuhara E: Bonding of amalgam filling to tooth cavity with adhesive resin, *Dent Mater J*, **5**: 158-164, 1986.
5. Shimizu A, Ui T, Kawakami M: Bond strength between amalgam and tooth hard tissues with application of fluoride, glass ionomer cement and adhesive resin cement in various combinations, *ibid*, **5**: 225-232, 1986.
6. *Idem*: Microleakage of amalgam restorations with adhesive resin cement lining, glass ionomer cement base and fluoride treatment, *ibid*, **6**: 64-69, 1987.
7. 真坂信夫：接着歯冠修復法をより有効にするための無麻酔治療と4-META/MMA-TBB系接着アマルガム裏装法，接着歯学，**6**：177-186，1988.
8. Masaka N: Restoring the severely compromised molar through adhesive bonding of amalgam to dentin, *Comp Cont Educ Dent*, **12**: 90-98, 1991.
9. 清水明彦，宇井 崇，川上昌宏，土屋裕彦：レジメンセメントを応用した接着性アマルガム修復—基本術式と3つの症例—，日歯保存誌，**30**：1192-1199，1987.
10. 植野芳和，櫻山英人，長谷川 望，小倉重臣：4-META/MMA-TBB系レジンをを用いた無麻酔下接着アマルガム裏層法の臨床評価—術後短期間の経過観察—，接着歯学，**7**：181-189，1989.
11. 大野弘機：金属表面の化学的性状とレジンとの接着機構，歯界展望/別冊わかる・できる接着，医歯薬出版，東京，46-53，1997.
12. 増原英一：歯科接着性レジンの基礎と臨床（上巻），クインテッセンス出版，東京，1982.
13. Yonezu T, Machida Y: Trends in restorations of deciduous teeth over 22 years in the clinic of pedodontics at Tokyo Dental College, *Ped Dent J*, **1**: 167-173, 1991.
14. Kreurlen CM, van Amerongen WE, Akerboom HBM, Borgmeijer PJ and Gruythuysen RJM: Radiographic assessments of class II resin composite restorations in a clinical study: Baseline results, *J Dent Child*, **59**: 97-107, 1992.
15. Varpio M: Proximoclusal composite restorations in primary molars: a six-year follow-up, *ibid*, **52**: 435-440, 1985.
16. Eidelman E, Fuks A, Chosack A: A clinical radiographic and SEM evaluation of class 2 composite restorations in primary teeth, *Oper Dent*, **14**: 58-63, 1989.
17. Craig RG: Chemistry, composition, and properties of composite resins. In: *Dental Clinics of North America*, Saunders Co. Philadelphia, 233, 1981.
18. Osborn JW, Gale EN, Chew CL, Rhodes BF, Phillips RW: Clinical performance and physical properties of twelve amalgam alloys, *J Dent Res*, **57**: 983-988, 1978.
19. 清水明彦，先山みどり，尚原理絵子，佐竹茂樹，長谷川誠実，吉岡 済：接着性アマルガムとコンポジットレジンによるコンビネーション修復に関する研究（第3報）2級窩洞における辺縁封鎖性と窩壁適合性，日歯保存誌，**35**：440-447，1992.
20. 今北将人，大野弘機，松田浩一，遠藤一彦，荆木裕司：コンポジットレジン修復の重合修復によって発生したエナメル質窩洞辺縁の微小割れ，*ibid*, **41**：312-319，1998.
21. 畑 良明，原口克博，松田浩一：乳白歯部コンポジットレジン・インレーの臨床的評価，東日本歯誌，**13**：1-9，1994.
22. Elderton RJ: 齶蝕の管理と治療に関する最新のコンセプト—予防と修復の密接なかかわり合い—(1), Part II, Part III, Part IV, 歯界展望，**87**：581-601, 873-892, 1093-1112, 1331-1349, 1996.
23. 長崎大学歯学部小児歯科：乳歯におけるコンポジットレジン修復の利点と欠点，小児歯誌，**35**：376，

- 1997.
24. 落合宏子, 安齋理江, 伊沢正彦, 大村泰一, 神谷誠, 小林 暁, 小山和子, 下島丈典, 田澤澄江, 長谷川貴子, 林 三雄: 小児患者齲蝕経験追跡調査第5報 乳臼歯充填物の予後年数について, *ibid*, **36**: 419, 1998.
25. 中条 弘: う蝕予防におけるアマルガム充填に関する研究, アマルガム充填後の唾液および尿中水銀の変化について, 日本歯科医師会雑誌, **13**: 79-82, 1960.
26. 伊藤和雄, 河江明美, 見須由理, 有福愛美, 陳 清朗, 和久本貞雄, 福永尋子, 金子芳洋: 填塞・研磨および窩洞から削除時におけるアマルガムの回収について, 日歯保存誌, **23**(3): 189, 1981.
27. 金子芳洋: アマルガムによる環境汚染の現状と対策, 歯界展望, **59**: 696-704, 1982.
28. 西村正雄: 水銀に関する諸問題—アマルガムの安全使用に関連して—, 日本歯科評論, **449**: 95-108, 1980.