

地域高齢者の客観的咀嚼能力指標としての 色変わりチューインガムの有用性について

タニモト ヨシミ ワタナベ ミスズ コウノ レイ
谷本 芳美¹ 渡辺 美鈴¹ 河野 令¹
ヒロタ チカ タカサキ キョウスケ コウノ コウイチ
広田 千賀¹ 高崎 恭輔¹ 河野 公一¹

目的 高齢期における介護予防のための口腔機能の維持・向上を目的に、地域高齢者における咀嚼能力の客観的な評価方法として色変わりチューインガム（以下、色変わりガムとする）が有用であるか検討する。

方法 2007年4月～5月にT市に在住する65歳以上の高齢者210人（男性69人、女性141人）を対象に色変わりガムを用いた咀嚼能力と残存歯数および咬合力の測定を行い、同時に自記式質問紙調査を用いて咀嚼能力の主観的評価を行った。調査実施前に、5人の高齢者について色変わりガムの測定方法の精度を検討した。測定は「普段の食事をするようにガムをかんでください」と指示し、2分間咀嚼させた後、色彩色差計を用いて色変わりガムの「赤み」を示す咀嚼能力a*値（以下、a*値とする）を測定した。質問紙項目は①食物が普通にかめるか②かたい食物がかめるか③まぐろのさしみ、かまぼこ、らっきょう、ピフテキ、ピーナッツの咀嚼の可・不可について調べた。解析はa*値と残存歯数、咬合力および質問紙調査との関連について行った。

結果 対象者5人のa*値の変動係数は2.15～3.75%で、測定方法は高い精度を示した。地域高齢者の色変わりガムの平均a*値は男性26.0、女性22.8であった。年齢別では、男性は全ての年齢群で有意な差を認めず、加齢に伴う変化は示さなかった。女性は80歳までは年齢による差を示さなかったが、80歳以上に有意な低下を示した。性別では、どの年齢群においても有意な差を認めなかった。男女ともa*値は残存歯数および咬合力と正の相関関係を認めた。質問紙調査では、全ての項目で咀嚼可群の方が有意にa*値が高かった。また、残存歯数が20歯未満の者に限っても咀嚼難易度の低い「まぐろのさしみ」と「ピフテキ」を除く全ての項目において咀嚼可群が有意にa*値が高く、色変わりガムと主観的な質問紙調査との関連を認めた。

結論 色変わりガムの測定方法は簡便で、測定精度が高いことが認められた。また、色変わりガムは残存歯数や咬合力および主観的咀嚼能力評価と関連することを認めたことから、地域高齢者の健康づくりにおける咀嚼能力の客観的な評価方法として有用であると考えられる。

Key words : 地域高齢者, 咀嚼能力, 色変わりチューインガム

Ⅰ 緒 言

近年、8020運動や介護予防事業における口腔機能の向上にみられるように高齢期における歯の健康が注目され、保健活動が実施されている。口腔機能には咀嚼、嚥下、発音、唾液の分泌などがあり、その中でもとくに咀嚼能力の低下は地域高齢者において生活機能の低下や閉じこもり、準寝たきりの危険因子となることが知られている¹⁻⁴⁾。また、逆に、歯

の喪失が少なく、よく噛めている者はQOLや活動能力が高く、運動、視聴覚機能に優れていることが報告されている⁵⁻⁹⁾。このように高齢期における歯の健康は介護予防から生活活動の向上まで広範囲に渡る役割を担っており、咀嚼能力の維持は重要な課題である。

しかしながら歯周病や齲蝕症などの咀嚼異常の原因となる歯科疾患は自覚症状を伴わずに発生することが多く、疾患がある程度進行した時点で症状が生じるため、早期発見が困難である。また、わずかな機能低下でも問題とする視力や聴力などとは異なり、咀嚼能力は高齢者自身がなかなか能力の低下に

¹ 大阪医科大学衛生学公衆衛生学教室
連絡先：〒569-8686 大阪府高槻市大学町 2-7
大阪医科大学衛生学公衆衛生学教室 谷本芳美

気づきにくく、やわらかい食事がかめなくなってしまうと、咀嚼能力の低下を早期に発見できる評価指標が必要と考える。

現在用いられている咀嚼能力の評価には主観的方法と客観的方法があるが咀嚼は口腔の複雑な機能からなる動作であるため、咀嚼能力を正確に測定することは非常に困難である。摂取可能食品のアンケートや問診といった主観的方法による評価は、対象者の主観や嗜好が反映され、選択する食品により結果が異なるという短所が指摘されている^{12~14}。さらに、主観的な自己評価は自覚的健康感に強く影響を受け、調査時の健康感に左右されることも報告されており^{15,16}、咀嚼障害評価法のガイドラインでは¹²、定量的で、客観性の高い評価法を望んでいる。一方、客観的評価方法にはピーナッツや生米、チューインガムやグミゼリーなどの咀嚼試料を粉碎し、粒子の分布状態や内容物の溶出量から判定する方法や咬合力などがある^{12~14}。いずれの方法も専門的に検査器具を必要とするので、本人自身が咀嚼能力を容易に判定することは困難である。

近年わが国で開発された客観的評価法の一つに、色変わりチューインガム（以下、色変わりガム）^{17,18}がある。従来のチューインガムは咀嚼による内容物の溶出量から判定する方法であったが、今回用いた色変わりガムは色の変化によって判定するものである。咀嚼前の色変わりガムは黄緑色であるが、咀嚼の進行に伴い唾液と混和されると、赤色素が発色して赤みを帯びた色に徐々に変化する。つまり咀嚼能力の良好さに伴い、黄緑色から黄色、肌色、桃色、赤色へと変化する。そのため、その場で本人が色覚的に咀嚼能力を判定することができるという利点がある。このように簡便に測定できることから、高齢者を対象とした地域保健活動において、咀嚼能力の維持・改善に対する行動変容を促すためのツールとして有益と考え、色変わりガムに注目した。しかし色変わりガムの有用性については20歳代の20人程度で検討されている報告があるのみで^{17,18}、地域高齢者を対象とした報告は見当たらない。

本研究では高齢期の介護予防を目指した健康づくり支援を目的に、地域高齢者を対象として、咀嚼能力の客観的評価方法としての色変わりガムの有用性について、測定精度や残存歯数、咬合力および主観的咀嚼能力評価との関連から検討した。

II 研究方法

1. 色変わりガムの測定方法の検討

地域高齢者を調査する前に、日内変動や測定方法の精度を検討した。調査地域で、現在歯科治療をしていない高齢者5人を対象に、2時間間隔で、5回色変わりガムの測定を実施した。その後、色変わりガムを用いた測定方法の精度について検討した。

2. 色変わりガムの有用性についての検討

1) 分析対象者と調査地区

都市近郊 T 市 M 町に在住する65歳以上の高齢者を対象にコミュニティ新聞、地区福祉委員会および老人会を通じて、本調査への参加を募集した。氏名、住所を文書によって登録した216人を本研究の登録者とした。登録者216人のうち、色変わりガムをかむ事を拒否した6人を除いた210人(男性69人、女性141人)を分析対象者とした。分析対象者は排泄・入浴・歩行・食事・整容などの日常生活動作は自立しており、介護保険未利用の者であった。本研究計画は大阪医科大学の倫理委員会の承認を受けた。

2) 調査方法

本調査に登録した対象者に対し、事前に質問紙票と調査日時や測定場所を記載した案内文を郵送した。調査期間は2007年4月～5月、各測定は午前中に実施し、同時に質問紙票を回収した。

3) 測定項目

(1) 色変わりガム

色変わりガムはキシリトールガム咀嚼力判定用[®](ロッテ社)を用いた。対象者に「普段の食事をするようにガムをかんでください」と指示し、機能歯の状態で2分間咀嚼させた。機能歯とは残存歯とブリッジの架工歯、義歯の人工歯などの補綴歯をあわせたものとした。咀嚼後直ちにガムを回収し、市販のサランラップで色変わりガムを覆い、厚さ3mmの型にはめ、色彩色差計(CR-13, コニカミノルタセンシング社)でL*a*b*表色系のうち「赤み」を示すa*値を測定した。L*a*b*表色系は1976年にCIE:国際照明委員会により規格化され、日本でもJISにおいて採用されており、物体の色を数値化して表わすのに最も一般的に用いられている表色系である^{19,20}。L*a*b*表色系ではL*は明度を、a*とb*は色度を表わし、a*は赤方向、-a*は緑方向、b*は黄色方向、-b*は青方向を示す。平野らが、色変わりガムの視覚的な色の変化はa*値の変化と一致することを確認しており¹⁸、よく噛んでいるほどガムは赤みを増し、a*値は高値となる。本研究では、色変わりガムの色の変化をa*値として測定した。また、測定時の安定性の確

表4 質問紙項目と色変わりガムおよび残存歯数との関係

		n	色変わりガム(a*)	P値	残存歯数(本)	P値
食物が普通にかめる	咀嚼可	164	25.5±6.0	0.000	20.1±8.3	0.000
	咀嚼不可	46	18.4±7.1		10.8±9.2	
かたい食物がかめる	咀嚼可	132	26.0±5.7	0.000	21.2±8.0	0.000
	咀嚼不可	78	20.2±7.3		12.7±9.0	
まぐろのさしみ	咀嚼可	202	24.1±6.9	0.008	18.4±9.2	0.007
	咀嚼不可	8	17.0±4.3		8.7±9.7	
かまぼこ	咀嚼可	192	24.3±6.9	0.009	18.8±9.1	0.001
	咀嚼不可	18	19.0±5.9		9.7±8.1	
らっきょう	咀嚼可	175	25.0±6.5	0.000	19.9±8.4	0.000
	咀嚼不可	35	18.3±6.5		8.8±8.2	
ビフテキ	咀嚼可	153	25.8±5.6	0.000	21.0±7.6	0.000
	咀嚼不可	57	18.6±7.5		10.0±8.8	
ピーナッツ	咀嚼可	137	26.3±5.3	0.000	21.9±7.0	0.000
	咀嚼不可	73	19.2±7.3		10.7±8.5	

値の表示は平均値±標準偏差, P値は年齢補正した値

表5 残存歯数が20本未満における質問紙項目と色変わりガムおよび残存歯数との関係

		n	色変わりガム(a*)	P値	残存歯数(本)	P値
食物が普通にかめる	咀嚼可	47	21.7±7.1	0.004	8.9±6.9	0.188
	咀嚼不可	38	17.4±7.0		7.6±7.0	
かたい食物がかめる	咀嚼可	30	21.9±7.6	0.033	8.3±6.9	0.862
	咀嚼不可	55	18.4±7.1		8.3±7.0	
まぐろのさしみ	咀嚼可	78	19.9±7.6	0.267	8.5±6.9	0.368
	咀嚼不可	7	16.7±4.5		6.3±7.3	
かまぼこ	咀嚼可	69	20±7.8	0.431	8.4±7.0	0.888
	咀嚼不可	16	18.2±5.3		7.9±6.6	
らっきょう	咀嚼可	53	21.0±8.0	0.027	9.0±6.9	0.187
	咀嚼不可	32	17.5±6.0		7.3±6.9	
ビフテキ	咀嚼可	37	22.3±6.8	0.005	9.8±7.2	0.154
	咀嚼不可	48	17.6±7.2		7.3±6.6	
ピーナッツ	咀嚼可	25	23.3±6.6	0.005	9.2±6.6	0.640
	咀嚼不可	60	18.1±7.2		8.0±7.0	

値の表示は平均値±標準偏差, P値は年齢補正した値

変わりガムの a* 値 (以下, 咀嚼能力値とする) との関連を認めなかった。このことは, 質問紙調査では咀嚼できないのに咀嚼できると回答した可能性が推察され, 機能低下の早期発見には客観的評価が必要と考える。

本研究で用いた色変わりガムは咀嚼することによって, ガムの色が赤色へと変化するため, 対象者自身が確認できるという利点があった。測定では多く

の対象者を短時間に効率よく検査を行うために咀嚼回数でなく 2 分間の咀嚼時間を既定して行った。その結果, 測定方法は高い再現性を得たので, 地域高齢者に適応してその有用性を検討した。本結果から, 色変わりガムは咀嚼機能の関連因子である残存歯数や咬合力と正の相関関係を示し, 残存歯数が多いほど, 咬合力が高いほどガムの咀嚼能力値が高まることを認めた。また, 質問紙による主観的評価と

もよく関連を示したことから、色変わりガムは客観的咀嚼能力指標として有用であると考えた。

色変わりガムの咀嚼能力値は、性差がなく、男女とも80歳未満では統計学的に有意な年齢差を認めなかった。地域高齢者の客観的指標として、わが国で用いられているものにG-1ゼリーがある^{2,25,26)}。これは硬さの異なる5種類のゼリーを対象者に10回咀嚼させ、検者が対象者の口腔内を観察し、ゼリーの咀嚼状況により咀嚼能力を段階評価する方法である²⁵⁾。G-1ゼリーの咀嚼能力も性差や年齢群間に差がないことを報告しており²⁾、本結果はG-1ゼリーによる咀嚼能力の特徴をほぼ支持していた。一方、咀嚼能力の加齢による影響に関して、主に主観的評価による研究で男女とも咀嚼能力は加齢と共に低下するとの報告がある^{3,27)}。加齢現象の差異については不明であるが報告により咀嚼能力の評価方法が異なることもあり、今後は評価方法を含めた詳細な研究が必要である。

これまで、8020運動の展開により、残存歯数の保持が謳われている。残存歯数は加齢と共に低下することは明らかであるが^{28,29)}、歯が喪失しても補綴歯により咀嚼能力をある程度まで回復できることも周知である²⁶⁾。本研究で使用した色変わりガムは機能歯で評価したものであり、加齢現象は80歳以上の女性のみ認められた。本対象者において、残存歯数が20本未満で補綴歯を全く使用していない者は2.3% (2人)のみであり、他は全員、補綴歯により咀嚼能力を維持している状態にあった。このことは、歯が喪失しても補綴歯により咀嚼能力をある程度まで回復できるという先行研究を支持しているものと思われる。これらのことから、高齢期の咀嚼能力を残存歯で評価することには限界があり、機能歯での評価が良く、客観的評価指標には機能歯の状態での咀嚼能力を評価できるツールが有用と考える。

咀嚼とは食物を口に取り込んでから嚥下にいたるまで、すなわち食物の口腔内への取り込み、噛み砕くことによる表面積の増加、内容物の抽出、唾液との混和、食塊形成そして嚥下までの様々な過程から構成される¹³⁾。それ故、咀嚼能力の評価にはより多くの機能が反映されるような評価方法が望ましい。本研究で用いた色変わりガムは、2分間かみ続け、唾液と混和して食塊を形成する方法であるため咬合状態や唾液および咀嚼筋などの様々な口腔機能が反映される評価方法であると考えられる。本結果より色変わりガムと残存歯数および咬合力との相関係数は男性で約0.4、女性で約0.5程度であり、強い関連は示さなかった。このことから色変わりガムには残存歯数および咬合力以外の口腔に関する諸因子が関

連していることが推察された。しかし、今後は色変わりガムにより咀嚼能力低下と判定された者が口腔機能の低下のみならず生活機能の低下を発症し、要介護に移行しやすくなるかという妥当性についての検証が必要である。

本研究の対象者は地区福祉委員会や老人会の呼びかけに応じて参加した都市近郊の地域高齢者で、比較的健康意識の高い住民であると思われる。そのため、本結果を直ちに地域高齢者に一般化するには限界がある。さらに、色変わりガムの実施において、ガムは歯に付着しにくいように開発されているが、本研究では歯に付着することを心配して測定を拒否した対象者もいた。この拒否者は咀嚼能力の低下が著しいために拒否したとも考えられ、本結果は咀嚼能力の低下者を除外した可能性があると思われる。今後、色変わりガムを用いた評価の普遍性に向けての検討が必要と考える。

以上より、色変わりガムは地域高齢者における咀嚼能力の客観的評価方法として有用であることが明らかとなった。咀嚼能力の低下を早期に発見し、口腔ケアなど、能力の維持・改善に対する行動変容を促すための保健指導のツールとしての妥当性については今後の課題である。

(受付 2008. 9. 8)
採用 2009. 4.13)

文 献

- 1) 新開省二, 渡辺修一郎, 熊谷 修, 他. 地域高齢者における「準ねたきり」の発生率, 予後及び危険因子. 日本公衆衛生雑誌 2001; 48: 741-752.
- 2) 寺岡加代, 柴田 博, 渡辺修一郎, 他. 高齢者の咀嚼能力と身体活動性および生活機能との関連性について. 口腔衛生学会雑誌 1994; 44: 653-658.
- 3) 永井晴美, 柴田 博, 芳賀 博, 他. 地域老人における咀嚼能力の健康状態への影響. 日本老年医学会雑誌 1990; 27: 63-68.
- 4) Takata Y, Ansai T, Awano S, et al. Activities of daily living and chewing ability in an 80-year-old population. Oral Dis 2004; 10(6): 365-368.
- 5) 三浦宏子, 三浦邦久, 角 保徳, 他. 地域高齢者の咀嚼機能と健康習慣との関連性. 老年歯科医学 2001; 15: 248-253.
- 6) Takata Y, Ansai T, Awano S, et al. Chewing ability and quality of life in an 80-year-old population. J Oral Rehabil 2006; 33(5): 330-334.
- 7) Akifusa S, Soh I, Ansai T, et al. Relationship of number of remaining teeth to health-related quality of life in community-dwelling elderly. Gerodontology 2005; 22(2): 91-97.
- 8) Miura H, Miura K, Mizugai H, et al. Chewing ability and quality of life among the elderly residing in a rural

- community in Japan. *J Oral Rehabil* 2000; 27(8): 731-734.
- 9) Takata Y, Ansai T, Awano S, et al. Relationship of physical fitness to chewing in an 80-year-old population. *Oral Dis* 2004; 10(1): 44-49.
- 10) 那須郁夫, 斎藤安彦. 全国高齢者における健康状態別余命の推計, とくに咀嚼能力との関連について. *日本公衆衛生雑誌* 2006; 53: 411-423.
- 11) 那須郁夫. 健康余命は咀嚼能力に連動する. *日本歯科評論* 2006; 66: 121-129.
- 12) 日本補綴歯科学会ガイドライン作成委員会. 咀嚼障害評価法のガイドライン: 主として咀嚼能力検査法. *日本補綴歯科学会雑誌* 2002; 46: 619-625.
- 13) 大山喬史, 河野正司, 小林 博, 他. 平成15年度委託研究課題咀嚼能力検査法のガイドライン. *日歯医学会誌* 2005; 24: 39-50.
- 14) 水口俊介. 咀嚼機能の異常. 井出吉信, 編. 咀嚼の事典. 東京: 朝倉書店, 2007; 137-147.
- 15) 那須郁夫, 斎藤安彦. 全国高齢者における主観的健康感と, 見え方, 聞こえ方, および噛め方との関連について. *老年歯学* 2003; 17: 289-299.
- 16) 平野浩彦, 阿部尚美, 依田知久, 他. 咀嚼能力の加齢変化に影響を及ぼす因子の検討 咀嚼能力主観評価と客観評価の比較より. *大和証券ヘルス財団研究業績集* 2002; 25: 96-101.
- 17) Hayakawa I, Watanabe I, Hirano S, et al. A simple method for evaluating masticatory performance using a color-changeable chewing gum. *Int J Prosthodont* 1998; 11(2): 173-176.
- 18) 平野 圭, 高橋保樹, 平野滋三, 他. 新しい発色法を用いた色変わりチューニングガムによる咀嚼能力の測定に関する研究. *日本補綴歯科学会雑誌* 2002; 46: 103-109.
- 19) 千々岩英彰. 色彩学. 東京: 福村出版, 1983; 143-160.
- 20) 川上元郎. 新版 色の常識. 東京: 日本規格協会, 1987; 143-160.
- 21) 横田祐司, 小方頼昌. デンタルプレススケールシステムによる咬合力の測定: 咀嚼能率との関係. *日本歯科保存学雑誌* 2002; 45: 967-971.
- 22) 山本為之. 総義歯臼歯部人工歯の配列について(その2). *補綴臨床* 1972; 5: 395-400.
- 23) 平井敏博, 石島 勉, 越野 寿. 歯の喪失への対応: 機能回復の評価法(咀嚼, 嚥下, 発語). *日本歯科医学会誌* 1999; 18: 19-24.
- 24) 富永一道, 安藤雄一. 咀嚼能力の評価における主観的評価と客観的評価の関係. *口腔衛生学会雑誌* 2007; 57: 166-175.
- 25) 湖山昌男, 石山直欣, 渡辺郁馬, 他. ゼリー(G-1ゼリー[®])を用いた咀嚼能力判定試料に関する研究. *老年歯科医学* 1992; 6: 126-131.
- 26) 平野浩彦, 渡辺 裕, 石山直欣, 他. 老年者咀嚼能力に影響する因子の解析. *老年歯科医学* 1995; 9: 184-190.
- 27) Kwon J, Suzuki T, Kumagai S, et al. Risk factors for dietary variety decline among Japanese elderly in a rural community: a 8-year follow-up study from TMIG-LISA. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60(3): 305-311.
- 28) 佐々木健, 永瀬吉彦, 石上和男, 他. 成人歯科保健に関する疫学調査(第1報): 歯科疾患有病状況及び質問紙法による歯科保健意識調査. *新潟歯学会雑誌* 1989; 19: 11-23.
- 29) 正村一人, 吉田英世, 小野桂子, 他. 高齢者の主観的咀嚼満足と残存歯数及び健康観との関連性. *日本公衆衛生雑誌* 1996; 43: 835-843.
-

Utility of color-changeable chewing gum to evaluate masticatory ability in community-dwelling elderly persons

Yoshimi TANIMOTO¹, Misuzu WATANABE¹, Rei KONO¹,
Chika HIROTA¹, Kyosuke TAKASAKI¹ and Koichi KONO¹

Key words : community-dwelling elderly, masticatory ability, color-changeable chewing gum

Purpose The masticatory ability of community-dwelling elderly persons is often evaluated using subjective questionnaires. However, an objective evaluation would clearly be beneficial so that problems can be adequately addressed. The purpose of this study was to determine the utility of color-changeable chewing gum to evaluate masticatory ability in community-dwelling elderly persons.

Methods We analyzed the reliability of the chewing gum for assessment of masticatory ability in 5 individuals who were examined on 5 occasions at 2 hour intervals. We also analyzed the validity of color-change of the chewing gum for assessment of masticatory ability by means of a four-part examination of 210 community-dwelling elderly persons. The four parts were as follows: evaluation of masticatory ability with the gum, determination of the number of residual teeth, measurement of maximum bite force, and a questionnaire in which participants were asked to assess their own masticatory ability. Color changes in the gum after chewing were measured with a color-reader and quantified with the a* color space defined by the Commission Internationale de l'Eclairage. A higher a* value indicates a higher degree of mastication.

Results With respect to reliability, the coefficient of variation for the a* of the color-changeable chewing gum was 2.15~3.75%. There were no significant a* value differences between men and women in any age group. Decrease with age was significantly only in women. With respect to validity, the a* value of the color-changeable chewing gum had a significant positive correlation with the number of residual teeth and maximum bite force in both men and women. In addition, men and women who reported good masticatory ability in response to the questionnaire had significantly high a* values.

Conclusion We found the use of color-changeable chewing gum to be a highly reliable and valid method for evaluating masticatory ability. Our results indicate that this method could be useful for monitoring masticatory ability in the community-dwelling elderly.

¹ Department of Hygiene & Public Health, Osaka Medical College