

保健指導の実施者の多くは保健師であり、咀嚼能力評価等については専門外のことも多いことから、十分に指導対象者の状況を把握できていないことも多い。昨年度、我々が開発した咀嚼能力チェックリストは、歯科専門職でなくても、対象者の咀嚼能力の現状を評価することができるものであり、得られた結果をもとに野菜や果物摂取量の増加のために、より実際的な指導が可能となるものである。しかし、昨年度の研究においては、より高率に咀嚼能力の低下が観察される前期高齢者のみについて妥当性を検証したため、他の年代への応用性については十分に検証できなかった。また、併存的妥当性の検証についても、咬合力などの客観的評価との関連性については検討しておらず、交差妥当性については十分に明らかになっていなかった。

そこで、本研究では、55歳から64歳の地域住民に対しても調査を行い、かつ咬合力や口腔関連 QOL スコアとの関連性についても併せて調査を行うことにより、咀嚼チェックリストの交差妥当性⁴と応用性を検証した。

B. 研究方法

(1) 対象者

対象者は、宮崎県北部地域に居住している55~74歳の地域住民151名である。これらの対象者は、事前に本調査の主旨を十分に理解し、本人の同意が得られた者であり、研究期間を通じて、各項目の診査や評価が円滑に実施できた者である。また、調査実施前には本調査の内容についての説明会を行った上で、本人同意を得た。

このうち、55~64歳の被験者は45名であり（うち男性被験者の割合は56%）、65~

74歳の被験者は106名であった（うち男性被験者の割合は40%）。

(2) 方法

研究デザインは横断研究である。主な調査項目は①基本属性（年齢ならびに性別）、②咀嚼能力チェックリスト⁵（表1）、③Koshinoらの咀嚼スコア⁶、④口腔関連QOL評価スコアGOHAI⁷、⑤咬合力評価の5項目である。

咀嚼能力チェックリストについては、硬さが異なる9品目の食品について、噛みやすさを3段階に区分し、0~2点の重み付けを行い、総計18点満点とした。GOHAI日本語版については、原法に従いスコア化した。

咬合力と咬合面積については、咬合力感圧フィルムデンタルプレスケール50HタイプR（富士フィルム製、以下プレスケールとする）を用いて測定した。馬蹄型のプレスケールシートを、被験者の口腔内にて最後方臼歯まで覆うように把持し、中心咬合位で約5秒間最大の力で噛ませたものを試料とした。得られた試料からの咬合力の解析は専用解析機オクルーザー（富士フィルム社製）で実施し、図1に示すような評価シートを得た。

(3) 統計分析

得られたデータについては、統計パッケージソフトウェアSPSS Ver. 19を用いて、スピアマンの順位相関係数や偏相関係数（制御変数：年齢と性別）の算出等の統計分析を行った。

(4) 倫理面への配慮

国立保健医療科学院の研究倫理審査委員会の審査・承認を得たうえで（承認番号NIPH-IBRA#10050）、調査を実施した。調査実施前には、本研究の目的、方法、手順、

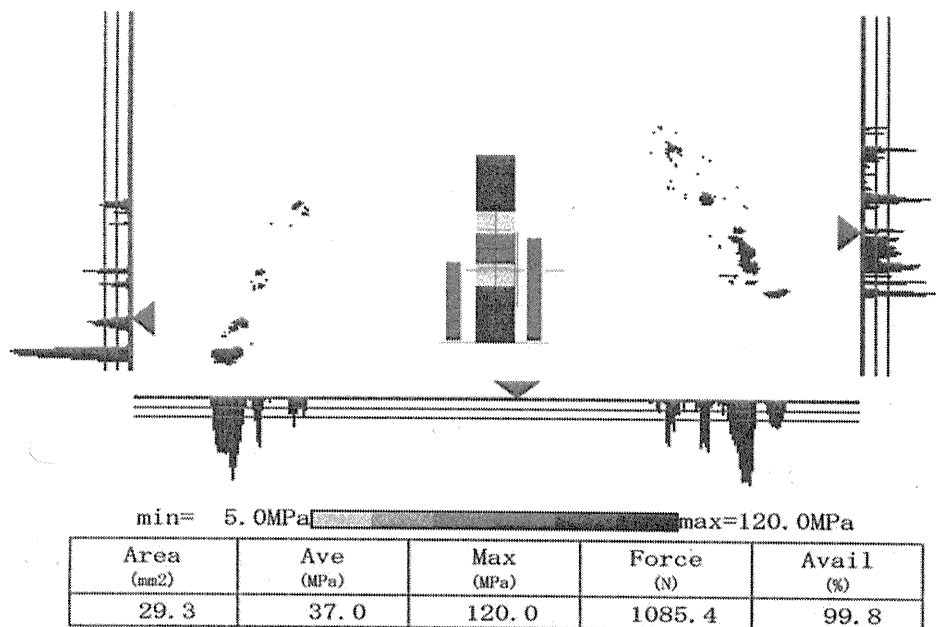
起こりえる危険性について口頭ならびに文書にて十分に説明した上で、書面にて同意を得るなど、インフォームドコンセントを

はじめとする倫理面への十分な配慮を行った。

表1 咀嚼能力チェックリスト

食品名	咀嚼状況		
	容易に噛める	少し噛みづらい	噛めない
鳥のから揚げ	2	1	0
りんご	2	1	0
生のキャベツ	2	1	0
大根の漬物	2	1	0
あられ	2	1	0
ピーナッツ	2	1	0
生の人参	2	1	0
干しいも	2	1	0
かた焼きせんべい	2	1	0

図1. デンタルプレスケールによる咬合力評価例



C. 結果

(1) 単変量解析

表4に測定パラメータの記述統計量を記す。咀嚼能力チェックリスト、GOHAI、咀嚼スコアとも、最高スコアを示す者が最も

高率を占め、遞減的に減少していく分布型を示した。一方、咬合力と咬合面積は正規分布に近い形状を示したが、ばらつきが大きかった。

表2 測定パラメータの記述統計量

	GOHAI	咀嚼チェックリスト値	咀嚼スコア (%)	咬合力 (N)	咬合面積 (mm ²)
平均	53.7	13.4	82.8	775.7	29.0
標準偏差	8.1	5.0	19.7	571.7	22.9
中央値	57.0	15.0	90.0	625.4	22.4
25パーセンタイル値	51.0	10.0	71.3	364.5	12.2
75パーセンタイル値	60.0	18.0	100.0	1091.9	40.5

(2) 2変量解析

表5に、咀嚼能力チェックリスト評価値と他のパラメータとのスピアマン順位相関係数の結果を示す。咀嚼スコアと、咀嚼能力チェックリスト評価値との順位相関係数は0.83 (p < 0.001) と高い値を示した。

一方、口腔関連QOL評価GOHAIスコアは、咀嚼能力チェックリスト評価値と有意な相関性を示した (r=0.50、p < 0.001)。また、咀嚼能力チェックリスト評価値と、咬合面積ならびに咬合力はともに有意な相関性を示し、各々の順位相関係数は0.27 (p < 0.01) と0.33 (p < 0.001) であった。

表3 咀嚼チェックリスト評価値とのスピアマン順位相関係数 (r_s)

vs	咀嚼チェックリスト値	順位相関係数 (r _s)	p値
	咀嚼スコア	0.83	< 0.001
	GOHAIスコア	0.50	< 0.001
	咬合面積	0.27	< 0.01
	咬合力	0.33	< 0.001

(3) 多変量解析

咬合力とGOHAIスコアは年齢と性別の影響を受けることが予想されるため、年齢と性別を制御変数とした偏相関係数を求めた (表6)。咀嚼能力チェックリスト評価値と咀嚼スコアとの偏相関係数は0.81 (p < 0.001) であった。

一方、口腔関連QOL評価GOHAIスコアは、咀嚼能力チェックリスト評価値と中等度の有意な相関性を示した (r=0.44、p < 0.001)。また、咀嚼能力チェックリスト評価値と、咬合面積ならびに咬合力はともに有意な相関性を示し、各々の順位相関係数は0.19 (p < 0.05) と0.23 (p < 0.01) であった。

表4 咀嚼チェックリスト評価値との偏相関係数（制御変数：年齢、性別）

vs 咀嚼チェックリスト値	偏相関係数	p 値
咀嚼スコア	0.81	<0.001
GOHAI スコア	0.44	<0.001
咬合面積	0.19	<0.05
咬合力	0.23	<0.01

D. 考察

昨年度の調査においては、咀嚼能力チェックリストの併存的妥当性を検証するために、前期高齢者のみを対象として、歯科臨床の場で活用されている咀嚼スコアとの関連性を調べたが、本研究では、さらに55～64歳の年代の地域住民を調査対象者に加えて調査を行った。

その結果、年代層を拡大しても、我々が開発した咀嚼能力チェックリスト評価値は、咀嚼スコアと高い相関性を示し、十分な妥当性が確認された。年齢と性別を制御変数とした偏相関係数の値とスピアマン順位相関係数とが、ほぼ一致していたため、高齢者だけでなく中年期からも活用可能なものと考えられた。また、咀嚼能力チェックリスト評価値は、スピアマン順位相関係数だけでなく偏相関係数においても、GOHAIスコアともよく相関しており、地域住民の口腔保健状態のモニタリングとしても活用できる可能性が示唆された。

咬合・咀嚼機能にかかわる客観的指標のひとつであるプレスケールによる咬合面積と咬合力と咀嚼能力チェックリストの関連

性であるが、年齢ならびに性別を制御した偏相関係数においても有意な相関性が認められたことより、咀嚼能力チェックリストの構成概念妥当性について確認できた。

これらの結果より、咀嚼能力チェックリストは十分な交差妥当性を有していた。この咀嚼能力チェックリストを用いることにより、中高年者を対象とした保健・栄養指導において、保健師や栄養士が咀嚼能力を簡易評価することが可能となり、咀嚼能力低下のため食生活のバランスを崩している者の現状を把握することが可能になると考えられる。

Bradburyらの研究⁸では、咀嚼能力低下者に対しては歯科治療のみの介入では栄養状態の大きな改善は認められないが、歯科治療による咀嚼能力の改善と併せて影響指導を受けた場合では、野菜摂取量が有意に増加し、バランスの良い食生活に移行することが明らかになっている。

今回、交差妥当性が明らかになった咀嚼能力チェックリストを活用することにより、対象者の咀嚼状況に応じた、より適切な指導が可能になるものと考えられる。

E. 結論

開発した咀嚼能力チェックリストは、十分な交差妥当性を有し、中・高齢者にて使用が可能であるため、保健・栄養指導において十分に活用できる指標であると考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 総説・著書

[1] Miura H, Hara S, Yamasaki K, and Usui Y. Relationship between chewing and swallowing functions and health-related quality of life among elderly. *Oral Health Care-Prosthodontics, Periodontology, Biology, Research and Systemic conditions.* (Mandeep Singh Viridi ed.). p.1-12, InTech Press, 2012.

2. 学会発表

[1] 佐藤加代子、三浦宏子. 栄養・保健指導時に活用可能な咀嚼機能評価指標の開発. 第58回日本栄養改善学会学術総会; 2011年9月; 広島. 第58回日本栄養改善学会抄録集 p.90.

[2] 三浦宏子、佐藤加代子、原 修一、山崎きよ子、安藤雄一、小坂 健. 保健・栄養指導時に活用可能な咀嚼能力チェックリストの開発とその応用性の検討; 第70回日本公衆衛生学会総会; 2011年10月; 秋田, 日本公衆衛生学会総会抄録集: 475.

[3] 原 修一、三浦宏子、山崎きよ子、小坂 健. 地域高齢者における摂食・嚥下障害

リスクと QOL との関連性; 第70回日本公衆衛生学会総会; 2011年10月; 秋田, 日本公衆衛生学会総会抄録集: 318.

H. 知的財産権の出願・登録状況
なし

I. 参考文献

1. 永井晴美他: 地域老人における咀嚼能力と栄養摂取ならびに食品摂取との関連. *日公衛誌* 38:853-858, 1991.
2. 寺岡加代他: 高齢者の咀嚼能力と口腔内状況ならびに食生活との関連性について. *老年歯科医学* 10: 11-17, 1995.
3. 神森秀樹他: 健常高齢者における咀嚼能力が栄養摂取に及ぼす影響. *口腔衛生学会誌* 53: 13-22, 2003.
4. 須加美明. 訪問看護事業所の対応を評価する尺度の交差妥当性. *老年社会科学* 32: 307-316, 2010.
5. 三浦宏子、佐藤加代子: 保健・栄養指導に活用可能な咀嚼能力チェックリストの開発. In:平成22年度・厚労科研報告書「口腔機能に応じた保健指導と肥満抑制やメタボリックシンドローム改善との関係についての研究」、p. 87-94, 2011.
6. Koshino H, et al.: Development of new food intake questionnaire method for evaluating the ability of mastication in complete denture wearers. *Prosthodont. Res. Pract.* 7: 12-18, 2008
7. Naito M, et al. Linguistic adaptation and validation of the General Oral Health Assessment Index (GOHAI) in an elderly Japanese population. *J Public Health Dent.* 66: 273-5, 2006.
8. Bradbury A, et al.: Perceived chewing

ability and intake of fruit and vegetables.

J Dent Res 87: 720-725, 2008.

咀嚼能力低下者に対する食品選択と調理法

—文献レビューによる検討—

分担研究者 三浦 宏子 国立保健医療科学院 統括研究官

研究協力者 佐藤 加代子 駒沢女子大学 人間健康学部 教授

研究要旨

目的：咀嚼能力低下者に対して、調理法の工夫等で摂取できる食品の種類を低減させないような指導がなされることが、しばしば見られるが、本研究ではその学術的根拠についての文献レビューを行った。

方法：最近 10 年間に報告された国内外の関連論文について、医学中央雑誌（医中誌）と PubMed を用い、キーワードを「咀嚼（mastication）」と「調理法（cooking）」として系統的文献レビューを行った。なお、今回の文献レビューの主旨から外れる離乳食や嚥下食の評価や、調理法による栄養素の減少や、動物実験データについては除外した。

結果および考察：医中誌と PubMed での検索の結果、当初 81 編の論文が該当したが、除外基準に照らし合わせた結果、最終的に和文論文 9 編と英文論文 2 編が抽出された。抽出された論文において、最も多く報告されていた調理方法は、隠し包丁などの切り方の工夫であった。特に、乱切りが口腔内では食塊形成しやすい傾向にあることを報告している複数の論文があった。一方、千切りやきざみ食では、食塊形成能は低下する傾向にあることを報告している論文があった。咀嚼と調理法に関する論文があまり報告されておらず、噛めない者に対する調理上の工夫についてのエビデンスの集積をさらに図る必要があると考えられた。

A. 研究目的

咀嚼機能の良否は、野菜や果物の摂取量に大きな影響を与えることが、よく知られている。また、歯の喪失やトラブルなどにより咀嚼能力が低下している者については、歯科治療等により本来の咀嚼能力を回復させる方法が基本となるが、代償的手法として調理法に工夫をこらすことにより、摂取できる食品群の制約を軽減する手法は、栄養指導や保健指導時にしばしば用いられる

ものである。特に、調理法の工夫は、野菜の摂取量を増やすために、よく用いられる手法のひとつである。

しかし、調理法指導においては、学術的なエビデンスに基づかず、指導者自身の経験や一般常識等で指導がなされる場合も散見される。特に、刻み食については口腔機能低下に伴い、逆に食塊形成がしづらくなるとの報告もあり、咀嚼能力低下者の食生活の維持向上のためにも調理法に関する学

術的エビデンスを集約する必要がある。

そこで、本研究では、これまで報告された内外の関連論文について、系統的文献レビューを行い、咀嚼機能低下に配慮した調理法に関する学術的エビデンスの分析を行い、保健・栄養指導時に活用できる知見を整理した。

B. 研究方法

使用した文献検索サーチツールは医学中央雑誌と PubMed であり、2002 年から 2011 年までの 10 年間に報告された学術知見について検索を行った。キーワードは、和雑誌に関しては、「咀嚼」と「調理法」と

し、洋雑誌に関しては“mastication”と“cooking”とした。一方、物性実験や動物実験による分析、離乳食、嚥下食の評価、調理による栄養素の減弱等については、本レビューの主旨に該当しないため、除外項目とした。

これらの一連の系統的文献検索の流れを図 1 のフローチャートに記す。「咀嚼(mastication)」と「調理法(cooking)」のキーワードにて、抽出できた和文・英文論文数は 81 編であった。このうち、72 編の論文が除外基準に抵触したため、最終的に抽出できた論文は 9 編 (和文 7 編、英文 2 編) であった。

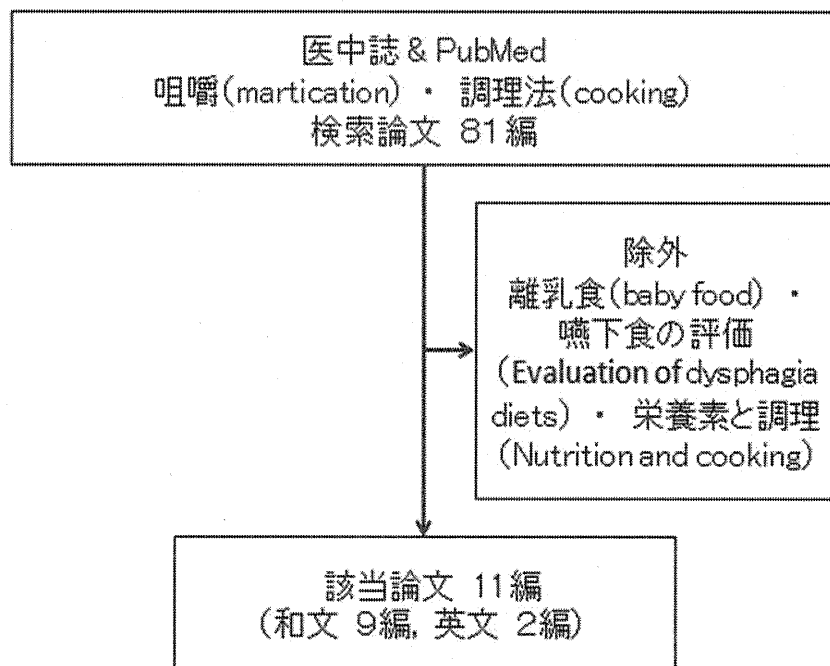


図 1. 系統的レビューのフローチャート

C. 結果

表1に、今回の系統的レビューに際して抽出できた論文の概要をまとめた。全体として、咀嚼と調理法に関する論文数は11編と相対的に少ない傾向にあった。食材によって、大きくテクスチャーが異なることより、多くの論文においては、具体的な食材を規定して調理方法との関連性を調べていた。用いた主要な食材としては「野菜」と「米」が複数の論文にて取り上げられていた。また、牛肉や鶏肉・豚肉を食材として研究を行っているものもあった。

調理方法の工夫として用いている手法としては「隠し包丁」の入れ方や、「水分量の調整」や「加熱方法」を挙げているものが多かったが、叩くなどの機械的方法を用いた下ごしらえを挙げている論文もあった。咀嚼のしやすさの評価としては、ヒトの感覚による官能評価を用いている論文数が多かったが、客観的評価方法として筋電図や咀嚼回数・時間を評価している論文も複数見られた。

20歳代から30歳代の一般成人を対象としている論文が4編、高齢者を対象としている論文が4編、若年者と高齢者の両者を対象とし、対比して分析している論文が1編であったが、若年者を対象とした論文においては咀嚼筋の筋電図を取る等、生理学的パラメータについても分析を行っており、隠し包丁を入れた場合でも食材によっては十分な効果が得られないことや、噛み応えのない食品であっても嚥下するまでの時間は長くなり、食べやすいわけでないことや、野菜の場合、千切りよりも乱切りの方が噛みやすいという知見も報告されていた。

E. 考察

咀嚼能力が低下した者に対する代償的な方法として、「加熱時間を長くする」や「細かく刻む」等の手法が取られることが多いが、噛みやすさと調理法についての学術知見は相対的に少なく、咀嚼能力低下者に対する調理法の指導においても、これらの学術的エビデンスを十分に活用できていないものと考えられた。

「隠し包丁」は複数の論文で、食べやすさを増加させる手法として取り上げられているが、Shiozawaらの報告⁴にあるように、すべての食品に対して有効な手段ではない。キュウリのように、刻み目を入れた場合でも硬さが変わらない食品もある。また、口腔内での状態を考えると、細かく刻みすぎることは逆に食塊形成を低下させることになり、全体として嚥下しづらい形態となると考えられる。吉野らの研究²では、根菜類などは乱切りの方が千切りより噛みやすい飲み込みやすい結果が得られており、噛みやすい調理形態を指導する際には注意しなければならない。

高齢者が対象者の場合、良質なタンパク質を摂取することは低栄養を防止する上で、大きな効果がある。戸田らの研究¹において、牛肉の場合、加熱時間と切り込みの有無による影響は、口腔状態が悪いグループにおいて、特に効果的であることが示されている。的確な調理法によって、正しくテクスチャーが調整できれば、咀嚼能力低下者に対して十分な代償的手段として応用できると考えられる。しかし、小城らの報告⁷にあるように、調理法の工夫による食物形態が対象者の状況や摂取食物の特性と合致していない可能性も高い。

表1 咀嚼と調理法に関する文献レビューの概要

N o.	著者	年代	食材	調理方法	咀嚼しやすさの評価 (筋電図)	工夫	対象	目的
1	戸田貞子 等	2008	牛肉(もも肉, すね肉)	加熱(煮る)	咀嚼回数 咀嚼時間	切り込み(隠し包丁)	65歳以上(平均 76.3±6.8歳) 151人, 21.8±1.3歳 101人	高齢者に対する牛肉の食べやすさについて、口腔内状態と調理法との関係、及び、若年者を対象として官能評価を行う
2	吉野洋子 等	2001	野菜(ごぼう, 人参, 大根, きゅうり, セロリ)	加熱	咀嚼粉碎効率を篩分法(Mnly法)にて測定 咀嚼後の食物片の観察	食品による切り方の違い(乱切り, 千切り, 斜め切り)	22-36歳 10人	食品の切り方の違いによる咀嚼後の食物形態の違いを、官能評価と共に調べる
3	國丸香織 等	2008	白飯, 調理食(鶏肉, 豚肉), 市販の柔らかい食品	白米(加熱用加工品)は電子レンジ調理食は各料理名に準じる	筋電図(側頭筋, 咬筋) 咀嚼回数 咀嚼時間	生姜のたんぱく質分解酵素と、機械的方法による肉の軟化、及びアンケートによる美味しさに関する評価	21歳 3人	咀嚼筋活動から見た食べやすい食材と調理法の評価を行う
4	Kouichi SHIOZAWA et al.	2011	野菜(ブロッコリー, きゅうり), かまぼこ	加熱	筋電図(咬筋) 咀嚼回数	刻み目(隠し包丁)	平均 32.7歳 9人	食品のゆで方, または隠し包丁が咀嚼行動に及ぼす影響について調べる
5	岩崎裕子 等	2009	寒天, グアーガム系とろみ調整食品	きざむ	筋電図(咬筋, 顎二腹筋前腹) 咀嚼回数 嚥下回数 嚥下までの時間	形状(大きさ)の違う寒天を調製し、とろみ調整食品を加えることで、きざみ食に見立てる	22-32歳 36人	きざみ食の食べやすさについて、モデル系を用いた、官能評価を含めた検討する
6	高橋智子 等	2004	市販レトルト介護食品(日本介護食品協議会作成の高齢者用食品区分に基づく)	市販レトルト介護食品の作り方に準じる	付着エネルギー凝集性	特別養護老人ホームの摂食機能に応じて作成した献立と、市販レトルト介護食品のテクスチャー特性を比較する	30品目	市販レトルト介護食品のテクスチャーの特性を測定し、客観的評価を試みる
7	Kaoru KOHYAMA et al.	2005	米	炊く(加熱)	筋電図(側頭筋, 咬筋, 顎二腹筋) 咀嚼回数 咀嚼時間	水分量を変化させて(1.5 2.0 3.0 4.0倍)炊く	平均 32.4歳 10人	白米の水分量が咀嚼活動に与える影響について調べる
8	小城明子 等	2011	各給食施設における食種	各給食施設における食種に準じる	適応喫食者の特性と低下している機能に準じて食種を区分	各給食施設にアンケートを取り、摂食機能に準じて主食・副食を区分した	1262施設	給食施設における摂食機能の低下を考慮した、食品の標準化を目的とするアンケート調査の結果
9	小城明子 等	2004	各要介護高齢者施設における食事	各要介護高齢者施設における食事に準じる	評価無し	各要介護高齢者施設の職員と利用者にアンケートを取り、満足度が適切であるか確認した	120施設	各要介護高齢者施設における食物形態と調理の定義についての認識を確認する
10	松原万里子	2005	各献立	各献立に準じる	評価無し	加熱時間, 切り方	1施設	義歯使用者の対する調理のポイントと献立を紹介する
11	服部富子	2004	各食品	各食品に準じる	評価無し	とろみ, 切り方(隠し包丁), 食品形態別再加工法,	無し	食品の選び方, 調理の工夫について紹介する

栄養指導の際に、噛めない者に対する代償的手法としての調理法の工夫は、必ずしも主要な課題として取り扱われないことも多いといわれているが、噛めない者に対しては一定レベル以上の効果を有するものであるため、エビデンスに基づく指導ガイド等を作成することは効果的であると考えられる。E. 結論 噛めない者に対する代償的な方法として、学術的知見が得られているものは「加熱」と「隠し包丁」であった。評価方法としては、官能試験以外に咀嚼筋の筋電図の測定や咀嚼回数などが報告されていた。食品の特性に応じて、適切な加熱時間と食品の切り方は異なるため、保健指導の際には注意を要することが明らかになった。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 総説・著書

[1] Miura H, Hara S, Yamasaki K, and Usui Y. Relationship between chewing and swallowing functions and health-related quality of life among elderly. *Oral Health Care-Prosthodontics, Periodontology, Biology, Research and Systemic conditions.* (Mandeep Singh Viridi ed.). p.1-12, InTech Press, 2012.

2. 学会発表

[1] 佐藤加代子、三浦宏子. 栄養・保健指導時に活用可能な咀嚼機能評価指標の開発. 第58回日本栄養改善学会学術総会; 2011年9月; 広島. 第58回日本栄養改善学会

抄録集 p.90.

[2] 三浦宏子, 佐藤加代子, 原 修一, 山崎きよ子, 安藤雄一, 小坂 健. 保健・栄養指導時に活用可能な咀嚼能力チェックリストの開発とその応用性の検討; 第70回日本公衆衛生学会総会; 2011年10月; 秋田, 日本公衆衛生学会総会抄録集: 475.

[3] 原 修一, 三浦宏子, 山崎きよ子, 小坂 健. 地域高齢者における摂食・嚥下障害リスクとQOLとの関連性; 第70回日本公衆衛生学会総会; 2011年10月; 秋田, 日本公衆衛生学会総会抄録集: 318.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

I. 参考文献

1. 戸田貞子、早川文代、香西みどり、畑江敬子. 高齢者に対する牛肉の食べやすさの調理による向上. *日本家政学会誌* 2008 ; 50 : 881-890.
2. 吉野陽子、桑原礼子. 食品の切り方が咀嚼しやすく特性およびかみ易さに及ぼす影響. *日本栄養・食糧学会誌* 2001 ; 54 : 355-359.
3. 國丸香織、島田侑紀子、徳留千恵美、屋代彰子. 咀嚼筋活動から見た食べやすい食材と調理法. *九州女子大学紀要* 2008 ; 45 : 1-9.
4. Shinozawa K, Kohyama K, Hanada N. Influence of boiling time or partial cutting food on the masticatory behavior in humans. *J Jpn. Soc Matstication Sci & Health Promotion.* 2011; 21: 40-48.
5. 岩崎裕子、高橋智子、大越ひろ. きざみ食をモデルとしたゾル-ゲル混合系試

- 料の食べやすさに及ぼす、ゲルの大きさの影響. 栄養学雑誌 2009; 67: 310-317.
6. 高橋智子、増田邦子、佐々木真希、濱千代善規、大越ひろ、手嶋登志子. 摂食機能に応じた食事形態でのテクスチャーの特徴—特別養護老人ホームの食事と市販レトルト介護食品の比較—. 栄養学雑誌 2004; 62: 83-90.
7. Kohyama K, Yamaguchi M, Kobori C, Nakayama Y, Hayakawa F, Sasaki T. Mastication effort estimated by electromyography for cooked rice of differing water content. Biosci Biotechnol Biochem 2005; 69: 1669-1679.
8. 小城明子、竹内由里、河野みち代、他. 給食施設における摂食機能の低下を考慮した食種の標準化を目的とした食形態および適応の現状分析. 日摂食嚥下リハ会誌 2011; 15: 14-24.
9. 小城明子、藤綾子、柳沢幸江、植松宏. 要介護高齢者施設における食物形態の実態—食物形態の種類とその適用について—. 栄養学雑誌 2004; 62: 329-338.
10. 松原万里子. 入れ歯のための食事作りのポイントと献立の紹介. 明倫歯誌 2006; 8: 48-51.
11. 服部富子. 食品の選び方・調理の工夫について. 難病と在宅ケア 2004; 9: 47-52.

研究分担報告書

「咀嚼機能に関する検討」

グルコセンサーによる咀嚼能力測定の有用性に関する検討

分担研究者 花田信弘 鶴見大学歯学部探索歯学講座 教授

協力研究者 塩澤光一 鶴見大学歯学部生理学講座 講師

研究要旨：ヒトの咀嚼能力測定には、以前からピーナッツの粉碎度を用いる方法¹⁾が用いられてきたが近年、咀嚼試料のグミゼリー中から遊離するグルコース量を用いてヒトの咀嚼能力を測定する簡便なツール（グルコセンサー）が開発、販売された。そこでこのグルコセンサーを用いた咀嚼能力測定がどの程度正確にヒトの咀嚼能力を測定できるかについて、従来の咀嚼機能測定との比較を通して検討していくつもりである。

A. 研究目的

咀嚼する試料（ピーナッツや生米など）の粉碎度の度合いからヒトの咀嚼能力（咀嚼値や咀嚼能率）を調べる篩分法¹⁾が以前から用いられてきた。しかしながら、これらの方法は篩上の試料を長時間乾燥させてその重量を測定するなど、最終的な値を得るまでに数時間を要し、簡便な方法とは言えない。最近、グミゼリーを一定時間咀嚼させた後に水で含嗽させた溶液中に溶け込んだグルコース量からそのヒトの咀嚼能力を求める方法（グルコセンサー）が開発された。そこでこのグルコセンサーで求めた値がどの程度正確にヒトの咀嚼能力を検出できるかを従来の篩分法と比較検討した。

B. 研究方法

実験は24名の成人被験者（男子13名、女子11名、平均22.1歳）で行った。初めに

にManlyらの方法¹⁾を用いて各被験者の咀嚼能率を求めた。具体的には3gのピーナッツを被験者の噛みやすい側で20回咀嚼させ、10 meshの篩を用いて篩上のピーナッツ残留量を測定して咀嚼値（篩を78%のピーナッツが通過した場合を正常値とする）を求めた後、78%のピーナッツが通過する状態になるには何回の咀嚼回数が必要かを求めてその被験者の咀嚼能率（咀嚼能率100が正常値で100以下の場合は咀嚼能力が劣っていると見なす）を求めた（図1）。次にグルコセンサーを用いて各自のグルコース量を求めた。具体的にはグミキャンディを20秒間自由に咀嚼させた後、10mLの水で含嗽させてグミと水を濾過用メッシュ内に吐き出させて、メッシュを通過した溶液をセンサー本体に設置したセンサーに触れさせるとグルコース量が自動的に表示される（図2）。得られたこれら2つの値の関係性を検討した。

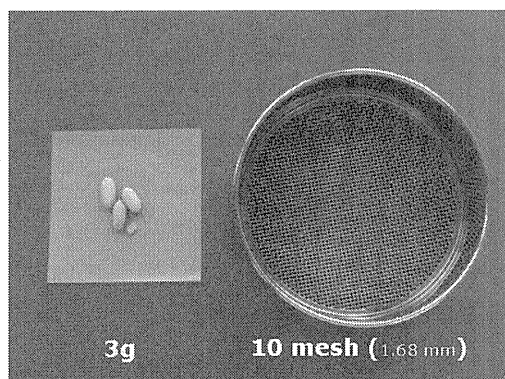


図1. ピーナッツ篩分法に用いる篩

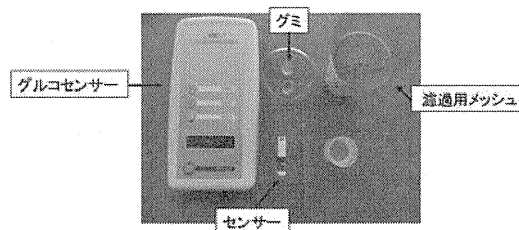


図2. グルコセンサー測定に用いるグミ、メッシュ、センサー等

C. 結果

24名の被験者で得られた咀嚼能率の平均値および標準偏差は 110.30 ± 42.43 、グルコース濃度は 187.97 ± 52.77 mg/dLであった。咀嚼能率とグルコース濃度との関係を図3に示した。咀嚼能率とグルコース濃度は有意 ($P < 0.001$) な正の相関 ($R^2 = 0.561$) を示した。

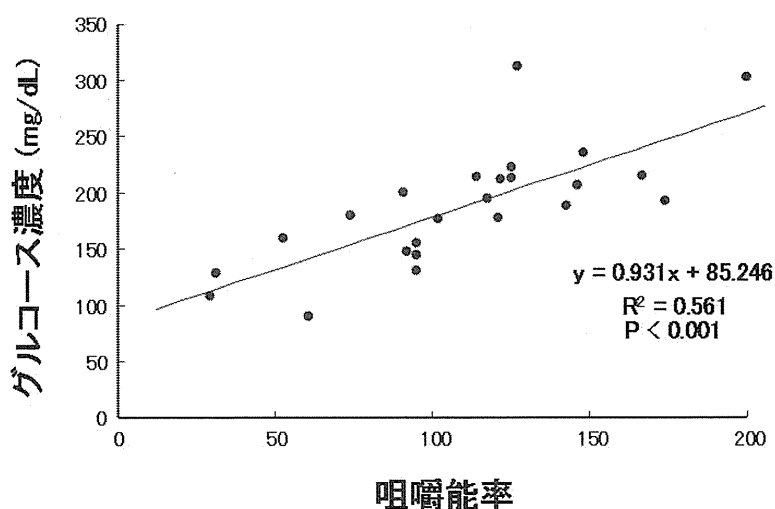


図3. 咀嚼能率とグルコース濃度との関係

D. 考察

篩分法による咀嚼能率とグルコセンサーを用いたグルコース濃度との間には有意な正の相関が得られたことからグルコセンサーを用いた咀嚼能力測定法はそのヒトの咀嚼機能を

測定する有用なツールとなる可能性がある。しかしながら、このキットに用いられているグミキャンディは小さく、20 秒以前に十分粉碎されてしまい 20 秒まで口腔内に保持するのに苦労する場合がある（嚥下しないように意識的に保持する）こと。また、左右特に規定せずに自由に噛ませるようになっているために、噛みやすい側（習慣性咀嚼側）のみで咀嚼させるとグルコース値にどのような違いが生じるのかなど、今後更に検討していく必要がある。

E. 結論

篩分法による咀嚼能率とグルコセンサーを用いたグルコース濃度との間には有意な正の相関が得られたことからグルコセンサーを用いた咀嚼能力測定法はそのヒトの咀嚼機能を測定する簡便かつ有用なツールとなる可能性がある。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

I. 参考文献

1) Manly RS, Braley LC (1950) Masticatory performance and efficiency. J. Dent. Res. 29: 448-461.

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
分担研究報告書

平成 17 年国民生活基礎調査－国民健康・栄養調査－歯科疾患実態調査のデータリンケージ状況
と性・年齢の不一致について

研究代表者：安藤 雄一（国立保健医療科学院・生涯健康研究部）
研究分担者 三浦 宏子（国立保健医療科学院）
研究協力者：佐藤 眞一（千葉県衛生研究所）
荒井 裕介（千葉県立保健医療大学健康科学部栄養学科）
齋藤 俊行（長崎大学医歯薬学総合研究科 口腔保健学）
北村 雅保（長崎大学医歯薬学総合研究科 口腔保健学）
川下由美子（長崎大学医歯薬学総合研究科 口腔保健学）
濱寄 朋子（九州女子大学家政学部 栄養学科）
加藤 佳子（神戸大学大学院人間発達環境学研究科 健康発達論）
若井 建志（名古屋大学大学院医学系研究科 予防医学）
深井 稯博（深井保健科学研究所）
大庭 志野（国立保健医療科学院・生涯健康研究部）

研究要旨

平成 17 年の国民生活基礎調査（基礎調）、国民健康・栄養調査（健栄調）、歯科疾患実態調査（歯実調）のデータリンケージを行ったところ、健栄調にリンケージできなかった歯実調レコードは 1.11%、基礎調にリンケージできなかった健栄調レコードは 3.47%であった。

リンケージデータについて、3 調査における性および年齢データの食い違いをみたところ、健栄調ベースのリンケージデータ（健栄調＋基礎調）では 799 件（8.66%）、歯実調ベース（歯実調＋健栄調＋基礎調）ベースのリンケージデータでは 372 件（8.36%）に何らかの食い違いが認められた。性と年齢を比較すると、年齢の食い違いが生じる頻度が高かった。

また、ID、性・年齢の食い違いが生じる頻度を地区別に検討したところ、食い違いの多くが一部の地域に偏って生じていた。

A. 目的

筆者らは、平成 23 年度の本厚生労働科学研究「口腔機能に応じた保健指導と肥満抑制やメタボリックシンドローム改善との関係についての研究」の一環として、食品・栄養摂取状況と口腔健康状態の関連を検討することを主たる目的に、平成 17 年の国民生活基礎調査（以下、基礎調）、国民健康・栄養調査（以下、健栄調）、歯科疾患実態調査（以下、歯実調）の目的外使用を申請し、厚生労働省の各調査の担当窓口より利用許可を得て、この 3 調査についてデータリンケージを行い、各種分析を行った。

この 3 調査の関係は、健栄調の調査対象地区が、基礎調の世帯票における 1,056 の調査対象地区¹⁾より設定された単位区から層化無作為抽出された 300 単位区であり²⁾、歯実調の対象者は健栄調と同一であり³⁾、ID（都道府県コード・地区コード・世帯コード・世帯員コード）の一致によりデータリンケージを行うことができる。

政府統計をデータリンケージして個票データを分析する意義や価値の高さ^{4,5)}については論を俟たない※、それに関する実証的な報告例はあまり多くないようである。

また、ID によりリンケージできたとしても、別の人に同じ ID が付与されている可能性が残る。そのような場合、性と年齢の情報を用いれば、ある程度のチェックが可能と考えられる。しかしながら、そのような検討は今までほとんど行われていないようである。そこで、筆者らは、本目的外使用で主たる目的とする分析に先立ち、平成 17 年の基礎調、健栄調、歯実調の 3 データのリンケージデータにおける各調査の性および年齢情報の一致度について分析を行い、興味深い結果を得たので報告する。

B. 方法

1. 用いたデータ

表 1 にデータリンケージを行った 3 調査の名称・調査票名、提供時のレコード件数を示す。国民生活基礎調査（世帯票）では、提供データのレコードが世帯を単位としているもの（ex. 3 人世帯では 1 レコードに 3 人分の情報が入っている）であったが、個人単位のファイルを作成して分析を行った。

表 1. データリンケージを行った調査の一覧

調査年	調査名	調査票名	レコード件数
2005(平成17)年	国民生活基礎調査	世帯票	44,999 (世帯数) ^{注1}
2005(平成17)年	国民健康・栄養調査	栄養摂取量票	9,561 (人数) ^{注2}
		食品群別摂取量票	
		身体状況・生活習慣票	
2005(平成17)年	歯科疾患実態調査	—	4,606 (人数)

注1: 人数=12,636人

注2: 国民生活基礎調査における各調査票ごとの調査人数は実際のところ異なっている。

2. 分析方法

1) データリンケージ

データリンケージは、3 調査に共通する以下の ID 項目を用いて、すべてが一致する場合にデータをリンケージ（結合）させた。

都道府県
地区番号
単位区番号
世帯番号
世帯員番号

データリンケージは、①歯実調を健栄調にリンケージ、②そのリンケージデータを基礎調にリンケージ、という手順で行い、それぞれの段階で ID 不一致によりリンケージできなかったレコード件数（以下、ID 不一致件数）を把握した。

2) 性・年齢の一致度

データリンケージ完了後、各調査における性および年齢の情報が一致しているか否かを検討した。その際、性については男か女かが一致するか否かを単純に判定した。年齢については、基礎調の実施時期が 2005 年 6 月で¹⁾、健栄調と歯実調が 11 月である^{2,3)}ことから、基礎調の年齢と健栄調・歯実調の年齢との差が 0 または -1 である場合を年齢一致とし、それ以外は不一致とした。健栄調と歯実調については、歯実調では調査日における年齢の特定が可能であるが、健栄調では 3 つの調査票（身体状況／栄養摂取状況／生活習慣）があり、調査実施日に関する情報がない。そのため、両者の差で一致度を評価する際の許容範囲が -1 または 0 または +1 考えられることから、差の値が -1 ～ +1 の場合を一致、それ以外の値を不一致とした。

3) 地区単位でみた分析

ID 不一致および性・年齢の不一致が認められたレコードについて、調査を行った地域単位別に集計し、地域的な偏りが生じているか否かを検討した。この際、地域単位は上述した ID のうち、都道府県・地区番号・単位区番号により識別した。

以上の分析に用いたソフトは Stata 12⁸⁾で、この merge コマンドを用いてリンケージを行った。地区単位の分析は Stata 12 で出力された結果を Microsoft Excel 2010⁹⁾を用いて分析処理した。

C. 結果

1. ID によるデータリンケージ

図 1 に ID を用いてデータリンケージを行った結果を示す。

歯実調では、提供されたデータ（4,606 人）から、うち ID の不明と重複を除いたデータ（4,602 人分）を健栄調にリンケージを試みたところ、ID 不一致は 51 件で、提供データの 1.11%であった。

基礎調では、提供データが世帯単位（44,499 世帯分）だったので、これを人単位に変換し

(120,636 人分)、健康調と歯実調の調査地区への絞り込んだところ、14,645 件であった。このデータに歯実調とリンクされた健康調データのリンクを試みたところ、ID 不一致は 332 件で、健康調の全データ (9,561 件) の 3.47% に相当した。

最終的に、国民健康・栄養調査のリンクデータとして利用できたものは 9,299 件 (9,299 人分) であった。また、さらに歯科疾患実態調査とのリンクデータとして利用できたものは 4,450 件 (4,450 人分) であった。

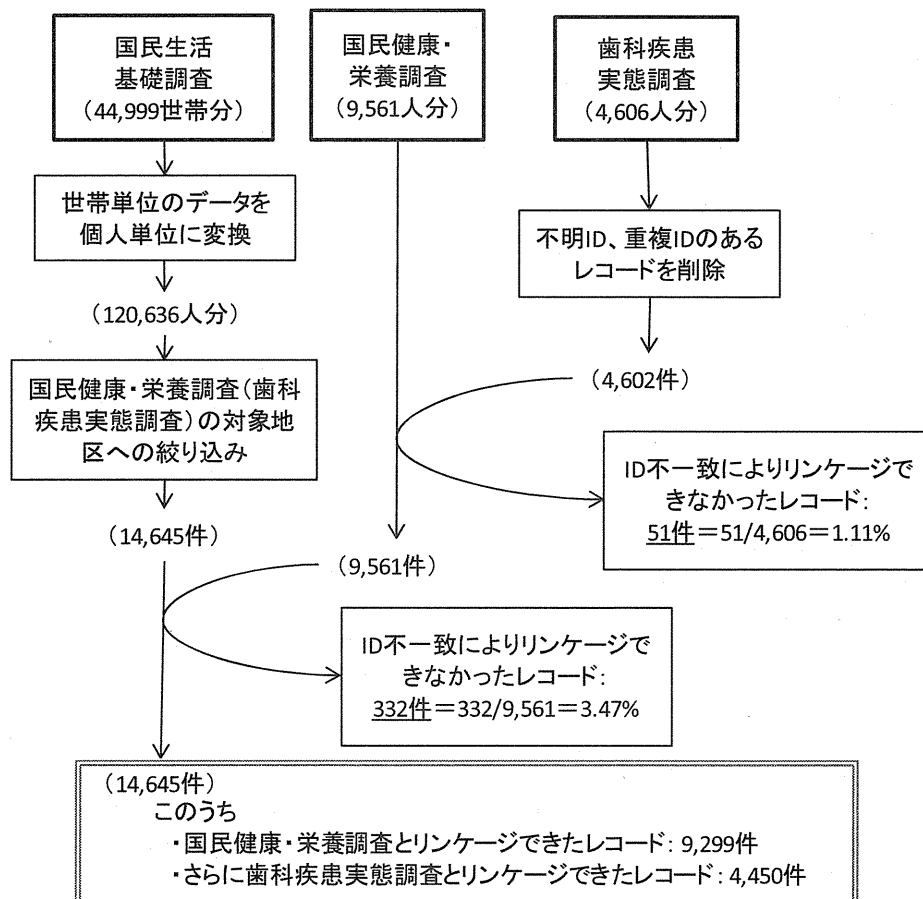


図1. IDによるデータリンク結果

2. 性および年齢の一致度

表 2～表 4 に各調査間における性の一致状況を示す。不一致の割合は、基礎調 vs 健康調が 4.3% (表 2)、基礎調 vs 歯実調が 3.7% (表 4) と、健康調 vs 歯実調の 0.4% (表 3) に比べて高い割合を示した。

表 5～表 7 に各調査間における年齢の一致状況を示す。不一致の割合は、全般的に性の不一致よりも高く、基礎調 vs 健康調が 8.7% (表 5)、基礎調 vs 歯実調が 7.4% (表 7) と、健康調 vs 歯実調の 0.9% (表 6) に比べて高い割合を示した。

性の不一致と年齢の不一致のどちらかが生じた場合を「性・年齢不一致あり」として、その件数(割合)をみたところ、健康調ベースのリンクデータ(健康調+基礎調)では 799 件(8.66%)、歯実調ベース(歯実調+健康調+基礎調)ベースのリンクデータでは 372 件(8.36%)であった。

表2. 性の一致度(基礎調 vs 健栄調)

		健栄調					
		人数			割合		
		男	女	計	男	女	計
基礎調	男	4,166	207	4,373	45.1%	2.2%	47.4%
	女	189	4,667	4,856	2.0%	50.6%	52.6%
計		4,355	4,874	9,229	47.2%	52.8%	100.0%
不一致		人数		割合			
		396		4.3%			

表3. 性の一致度(健栄調 vs 歯実調)

		歯実調					
		人数			割合		
		男	女	計	男	女	計
健栄調	男	1,864	11	1,875	41.9%	0.2%	42.1%
	女	8	2,567	2,575	0.2%	57.7%	57.9%
計		1,872	2,578	4,450	42.1%	57.9%	100.0%
不一致		人数		割合			
		19		0.4%			

表4. 性の一致度(基礎調 vs 歯実調)

		歯実調					
		人数			割合		
		男	女	計	男	女	計
基礎調	男	1,807	100	1,907	40.6%	2.2%	42.9%
	女	65	2,478	2,543	1.5%	55.7%	57.1%
計		1,872	2,578	4,450	42.1%	57.9%	100.0%
不一致		人数		割合			
		165		3.7%			

表5. 年齢の一致度(基礎調 vs 健栄調)

差=基礎調-健栄調

差の値	人数	%	
~-80	3	0.03%	91.34%
-79~-70	6	0.07%	
-69~-60	17	0.18%	
-59~-50	20	0.22%	
-49~-40	9	0.10%	
-39~-30	55	0.60%	
-29~-20	86	0.93%	
-19~-10	36	0.39%	
-9~-6	23	0.25%	
-5	18	0.20%	
-4	14	0.15%	
-3	33	0.36%	
-2	57	0.62%	
-1	3,380	36.62%	
0	5,050	54.72%	
1	64	0.69%	
2	51	0.55%	
3	37	0.40%	
4	16	0.17%	
5	13	0.14%	
6~9	22	0.24%	
10~19	34	0.37%	
20~29	71	0.77%	
30~39	31	0.34%	
40~49	7	0.08%	
50~59	34	0.37%	
60~69	18	0.20%	
70~	8	0.09%	
欠値	16	0.17%	
計	9,229	100.00%	8.66%

表6. 年齢の一致度(健栄調 vs 歯実調)

差=健栄調-歯実調

差の値	人数	%	
~-30	6	0.13%	99.06%
-29~-20	2	0.04%	
-19~-10	2	0.04%	
-9~-6	3	0.07%	
-5	2	0.04%	
-4	4	0.09%	
-3	2	0.04%	
-2	3	0.07%	
-1	354	7.96%	
0	4,048	90.97%	
1	6	0.13%	
2	6	0.13%	
3	0	0.00%	
4	1	0.02%	
5	1	0.02%	
6~9	1	0.02%	
10~19	3	0.07%	
20~29	3	0.07%	
30~39	0	0.00%	
40~49	0	0.00%	
50~59	1	0.02%	
60~	2	0.04%	
欠値	0	0.00%	
計	4,450	100.00%	0.94%

表7. 年齢の一致度(基礎調 vs 歯実調)

差=基礎調-歯実調

差の値	人数	%	
~-70	2	0.04%	92.56%
-69~-60	7	0.16%	
-59~-50	8	0.18%	
-49~-40	7	0.16%	
-39~-30	32	0.72%	
-29~-20	40	0.90%	
-19~-10	19	0.43%	
-9~-6	12	0.27%	
-5	3	0.07%	
-4	4	0.09%	
-3	12	0.27%	
-2	23	0.52%	
-1	1,934	43.46%	
0	2,185	49.10%	
1	17	0.38%	
2	24	0.54%	
3	10	0.22%	
4	9	0.20%	
5	7	0.16%	
6~9	9	0.20%	
10~19	13	0.29%	
20~29	26	0.58%	
30~39	12	0.27%	
40~49	3	0.07%	
50~59	10	0.22%	
60~69	10	0.22%	
70~79	3	0.07%	
80~	2	0.04%	
欠値	7	0.16%	
計	4,450	100.00%	7.44%

3. 地区単位でみた分析

① リンケージ

図2. ID不一致件数別にみた地区数 (歯実調 から 健栄調へのリンケージ)

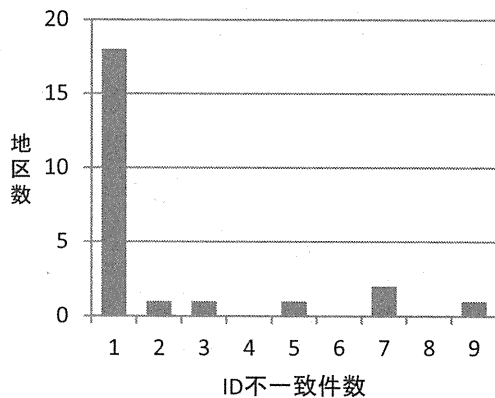


図3. ID不一致件数と地区数の累積割合の関連 (歯実調 から 健栄調へのリンケージ)

