

## 咀嚼機能評価法（グミゼリー法）の導入に関する評価

～小学2年生から小学4年生の追跡調査による咀嚼機能の変化～

黒柳 令子

愛知学泉大学 家政学部

Usefulness of a chewing function assessment method

using a test gummy jelly

～Changes in chewing function clarified with a follow-up survey from

Second grade to Fourth grade of elementary school pupils～

Reiko Kuroyanagi

<キーワード>

- ・ Masticatory ability （咀嚼能力）
- ・ Test gummy jelly （検査用グミゼリー）
- ・ Glucose concentration measurement （グルコース濃度測定法）

<はじめに>

「食べる」ことは生きるための基本的活動であり、正しい食習慣は心身の健康に欠かせない。特に咀嚼は消化吸収の補助的機能だけでなく、心身に様々な影響を示すことから、あらゆる年代における健康の維持・増進に重要であることは周知の通りである<sup>1)</sup>。

我々管理栄養士は医療機関や介護福祉施設、小中学校において、栄養管理や栄養教育、給食の提供時に、対象者の咀嚼嚥下機能を把握する役割を担っている。しかし、口腔内の諸機能の評価を習得する機会が少ないため、特に咀嚼機能評価に関する知識や技術が十分に教育されているとはいえず、社会的にも咀嚼嚥下機能の客観的な評価法が広く展開されていない等の諸問題が残されている。<sup>2)</sup>

特に、学童期・思春期には習い事や熟通い等による不規則な食事時間や夜型の生活スタイルによる朝食欠食、小学校・中学校における給食時間の問題等ゆっくり噛んで食べる環境にあるとは言い難い。<sup>3)</sup>

平成22年度以来、「5分間唾液分泌量の測定」・「児童生徒の咀嚼力の数値化」・「咀嚼力を強めるための食育」を進めてきた。1ヶ月間の「硬質ガム」・「給食時に噛みごたえのある1品を追加」によるトレーニング効果も十分成果を得ることができた。六学年を皮切りに、四学年、二学年と下学年に向けて検証し、六学年時に測定した児童が中学二年生に進級した二年後の追跡調査も実施してきた。<sup>4)</sup>

結果、咀嚼力は学年が上がるとともに数値が上がることが検証され、唾液分泌量は年齢が上がるとともに僅かながら減少していくことが検証されている。ところが、小学二年生から中学二年生まで見ると小学四年生だけが順当ではなく、咀嚼力は低下し、唾液分泌量はわずかながら増加するという結果になった。

このことに疑問をもち、測定方法に不備があったのか、偶然に数値が順当ではなかったのか、またその他に何か人体に変化が起きているのか、これらのことにスポットを充て検証することと

した。

## <目的>

本研究では、大阪大学先端科学イノベーションセンターの野首教授より開発された「検査用グミゼリーにより咀嚼機能を簡便に数値化する方法」の委託を受けた。<sup>5)</sup>

検査用グミゼリーの一成分であるグルコースの溶出濃度と $\beta$ -カロチンの溶出濃度を測定し、咬断した食片の表面積増加量(咀嚼能率)が算出されているという、誰でも正確に咀嚼力測定できる、「咀嚼能率スコア法」による測定を積み重ねてきた。

一昨年度に小学二年生を対象に実施した「5分間唾液分泌量」・「グルコース濃度より咀嚼力の数値化」の測定と「食育」をもとに、2年後の小学四年生時の「5分間唾液分泌量」・「グルコース濃度」(咀嚼力の数値化)を追跡調査することにより、その2年間に口腔内ではなにが起こっているか、「乳歯から永久歯への生え換わりの時期ではないか」を仮説とし、検証することを目的とした。

## <方法>

一、対象者：岡崎市内 A 小学校 小4年生 (小2年生)

	男子	女子	合計
1 学級	7 (20)	3 (13)	10 (33)
2 学級	9 —	5 —	14 —
3 学級	10 (6)	5 (0)	15 (6)
合計	26 (26)	13 (13)	39 (39)

(4年生 116名の内同意を得た 103名を対象に調査を行った。その中で、2年生時に同様の咀嚼機能評価を行い、トレーニングを行った児童 39名を対象とした。)

## 二、手順

### 1. かみかみセンサーによる給食1食の咀嚼回数測定

- 1) 咀嚼回数によりメロディが流れるので楽しんでカウントできるが、正確な回数を調べるのは困難である。(咀嚼に関する調査に参画しているという意識付けには可)

### 2. 5分間唾液分泌量測定

- 1) 紙コップの風袋を量る。名簿番号と名前、風袋の重量を紙コップにじかに書く。
- 2) 「5分間唾液量測定」の説明をする。(5分間唾液を出し続ける、前かがみの姿勢)
- 3) 被験者は自分の紙コップに5分間唾液を出し続ける。
- 4) 電子天秤で唾液量を測定し、記録する

### 3. グルコース濃度測定


- 1) 恒温槽に水をはり、35℃に設定する。
- 2) 測定者は2人1組になって実施する。  
被験者は測定者の指示に従い、検査用グミゼリーを指を使って30回かむ。
- 3) 紙コップの上に二枚重ねにしたガーゼをのせ、その上に噛んだグミゼリーを全て吐き出し

てもらう。(内 1 人の測定者は記録する。)

- 4) 吐き出したグミゼリーは素早く 30 秒間水洗いし、ガーゼ上にピンセットで広げ、スコア表をもとに目視で咀嚼評価を行う。
- 5) スターラーの上に回転子を入れたビーカーをのせ、その中に 4) のグミゼリーを入れ、恒温槽より 15 ml のぬるま湯をシリンジで 10 秒間注ぐ。
- 6) ピンセットで上澄みを取り、グルテストセンサーでグルコース濃度を測定する。  
グルコース濃度判定基準をもとに咀嚼能率を決定する。

#### 4. アンケート調査

- 1) 児童用食環境・食習慣に関するアンケート内容は以下の内容である。



**かむことに関するアンケート**

4年 組 番号 名前

---

① 食べ物をかむときにあなたが大切だと思うことは何ですか。

1. 足さず  
2. どの歯でかむか  
3. かむ食材  
4. いかにかまないか  
5. かむ回数

② かむことは大切だと思いますか。

1. 大切ではない  
2. あまり大切だと思わない  
3. 普通  
4. やや大切である  
5. 大切である

③ かむことをいつも意識していますか。

1. 全く意識していない  
2. ほとんど意識していない  
3. 少し意識している  
4. 意識している  
5. いつも意識している

④ かまない理由は何ですか。

1. 大切さを感じない  
2. めんどくさいから  
3. 早く食べたいから  
4. かめないから  
5. しっかりかんでいる

⑤ 食事はいつもだれと食べていますか。

1. 一人  
2. 兄弟  
3. 家族のどれか  
4. 両親  
5. 家族全員

⑥ 「いただきます」や「ごちそうさま」はいつも言っていますか。

1. 全く言わない  
2. あまり言わない  
3. ときどき言う  
4. ほとんど言う  
5. いつも言う

⑦ 家族にかむように言われたことがありますか。

1. ある  
2. ない

⑧ 家でごはんを食べるときテレビをつけていますか。

1. はい  
2. いいえ

⑨ いつも一口で何回かんでいると思いますか。

回

⑩ 食事の時間はどのくらいかかりますか。

時 分 秒

⑪ 好ききらいはありますか。

1. ある  
2. ない

好きな食べもの ( )

きらいな食べもの ( )

⑫ 食事をするとき優先する行為の順位はどれですか。

A 味 1位  
B 好きな食べもの 2位  
C 見た目 3位  
D 栄養 4位  
E かたさ 5位

⑬ 次にあげるものについてあなたのかみやすさを書いて。

ください。

1. かみづらい  
2. ややかみづらい  
3. 普通  
4. ややかみやすい  
5. かみやすい

⑭ かむことが大切だと思う理由を思いつくだけ、自由に記入。

してください。

⑮ かむことについて知りたいことがあれば何でもいいので書いて。

ください。

ご協力ありがとうございました。  
あいちがくせん大学 平成26年度 くらやなぎ研究室

#### 5. 食育

<2 年生>

○事前食育：かみかみパワーってなあに？

○食育 1：みんなのかむ力を知ろう

2：かみかみパワーを知ろう

3：野菜をたくさん食べてかむ力をつけよう

4：よくかむ食べ物ってどんな食べ物？

5：よくかむ食事を知ろう

<4年生>

○食育1：かむ力を知ろう      ○食育2：グミゼリー

## 6. 統計処理

t検定（グルコース濃度、唾液重量、咀嚼時間）

Wilcoxon 符号付順位和検定（スコア評価）

児童用・保護者用アンケート集計は Microsoft Excel 2010 を使用。

※愛知学泉大学倫理委員会の承認を得て実施した。

※被験者は未成年のため保護者の同意書をもってインフォームドコンセントとした。

<結果>

### 1. 唾液

- ・唾液については平均値で、小学2年生では 3.2 g/5 分、小学4年生では 3.3 g/5 分であり、0.1 g/5 分増加した。有意差はなかった。
- ・標準偏差は 2 年生：2.273907 g/5 分      4 年生：1.608053 g/5 分
- ・p 値：0.92 ( $p < 0.05$ )

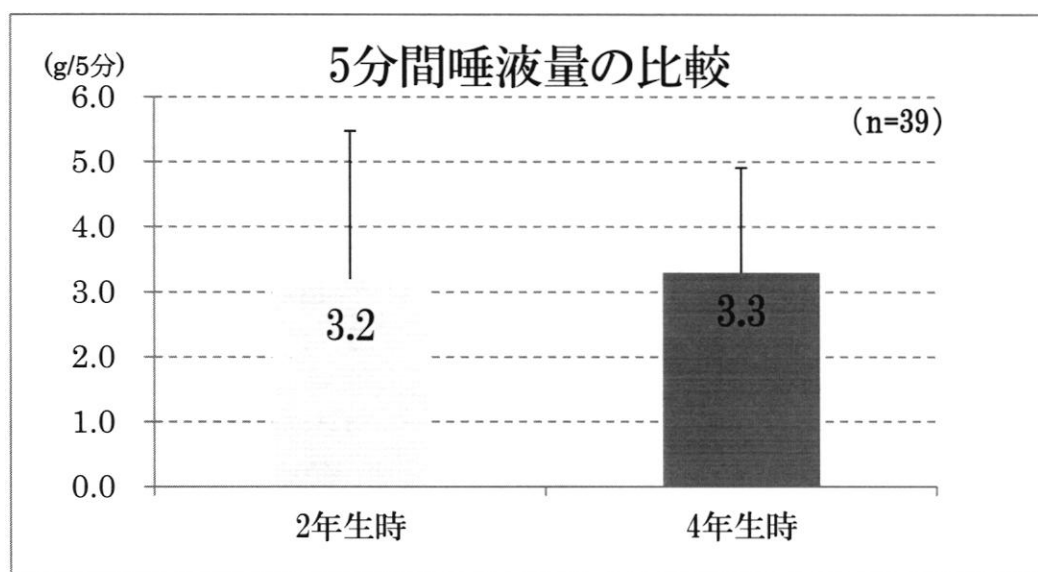


図1-1

### 2. 溶出グルコース濃度

- ・溶出グルコースの平均値は、2年生で 238.4 mg/dl であり、4年生では 174.7 mg/dl と、26.7% 減少した結果となった。大変強い有意差あり      ・p 値：0.00712 ( $p < 0.05$ )
- ・標準偏差は 2 年生で 112.5478 mg/dl で、4 年生では 72.55241 mg/dl であった。

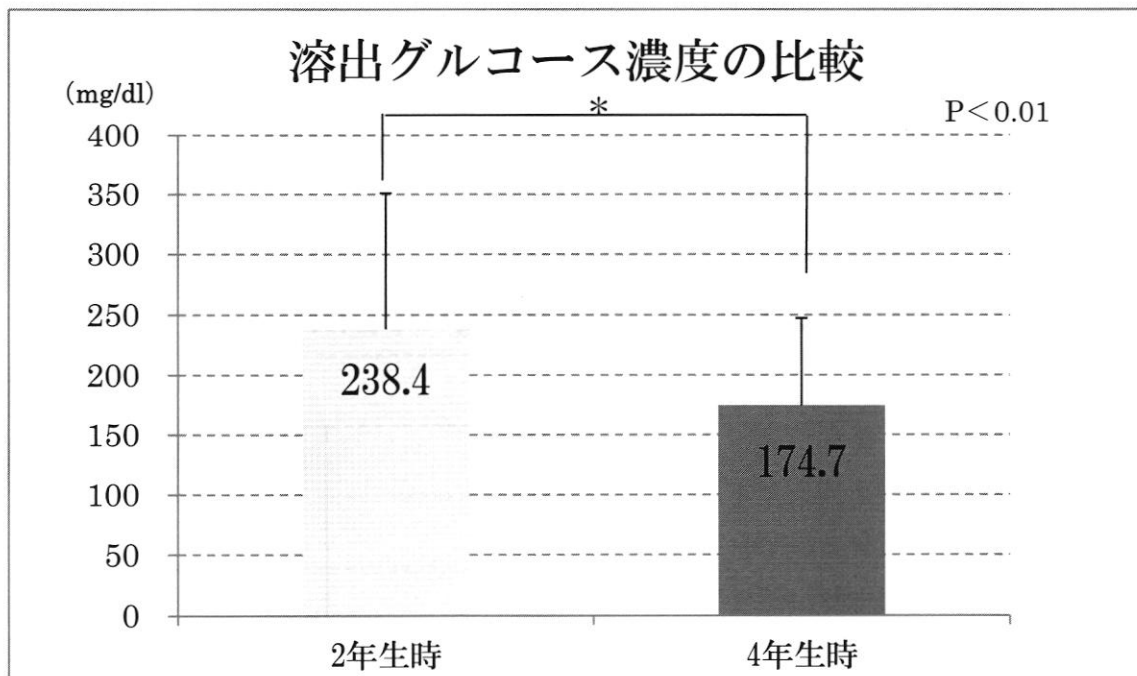


図 1 - 2

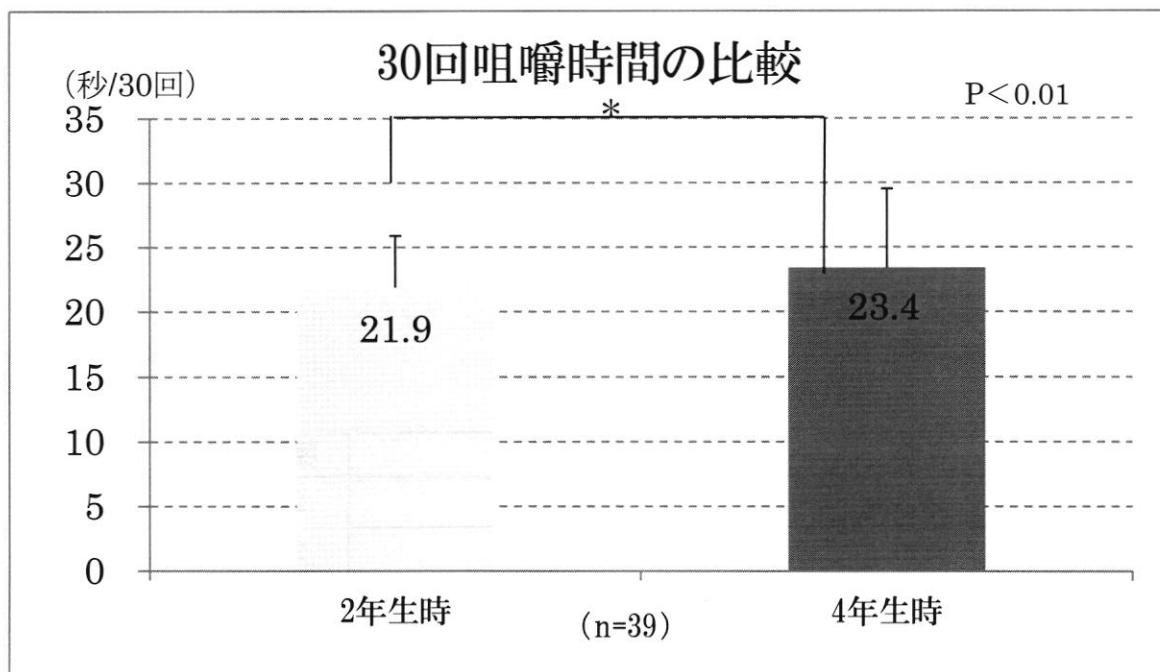


図 1 - 3

- 30 回咀嚼時間を 2 年生時と 4 年生時で比較してみると、2 年生時の平均値は 21.9 秒/30 回で、4 年生時は 23.4 秒/30 回と 1.5 秒/30 回延びた結果であった。
- 標準偏差    2 年生時 : 3.987466、    4 年生時 : 6.124547
- p 値 : 0.253 (p<0.05) で有意差は無かった。

4. 目視によるスコア評価

- ・ 目視によるスコア評価を比較した。  
2年生時の目視によるスコア評価の平均値は 3.62 であったが、4年生時では 1.96 と低下した。
- ・ 標準偏差では 2年生時は 2.412854 であり、4年生時は 4.025641 であった。
- ・ p 値：0.351 ( $p<0.05$ ) で有意差は無かった。

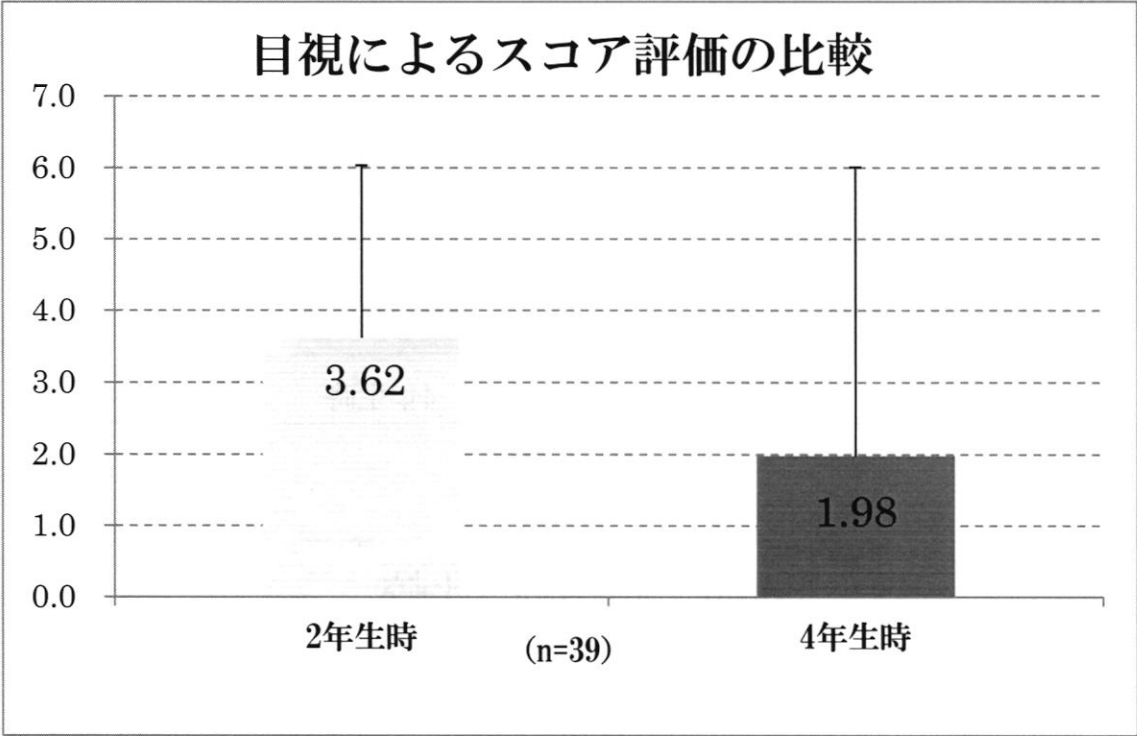


図 1－4

5. 口腔内調査

1) 対象者の平均歯数と 2年生時と 4年生時の比較

(本)

	乳歯	永久歯	現在の歯数
2年生時	13.38	9.72	23.10
4年生時	8.59	14.87	23.46

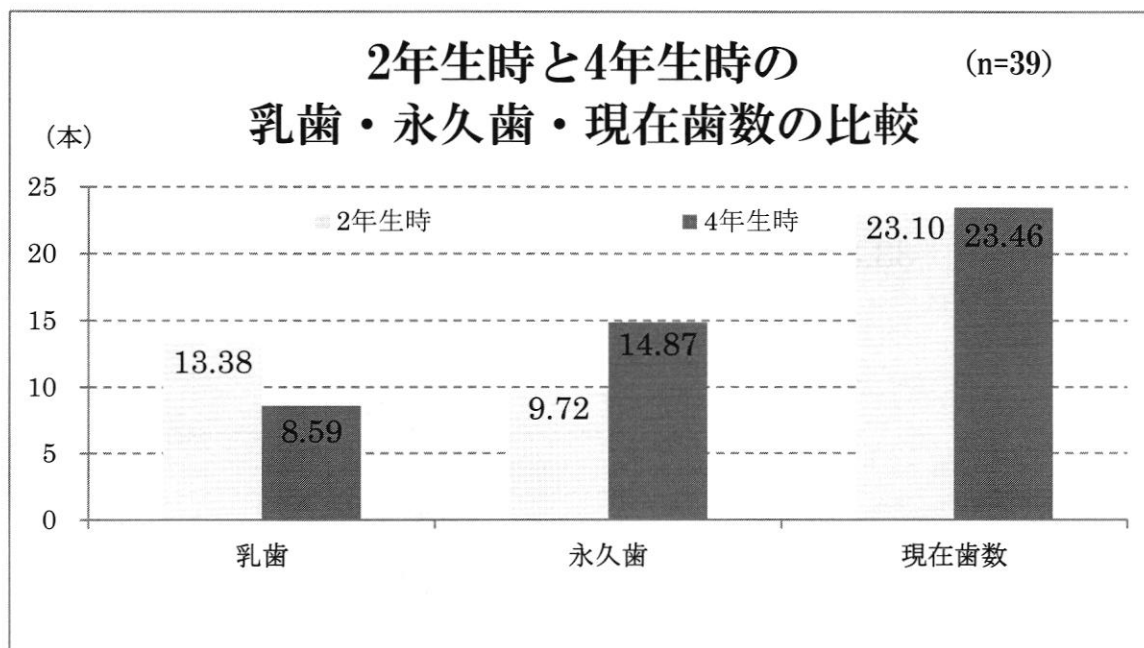


図 2 - 1

#### 2) 男女別の永久歯の比較

- ・ 永久歯現在歯数    2年生男子：10.11 本                      4年生男子：14.89 本
- 2年生女子： 9.35 本                      4年生女子：14.85 本

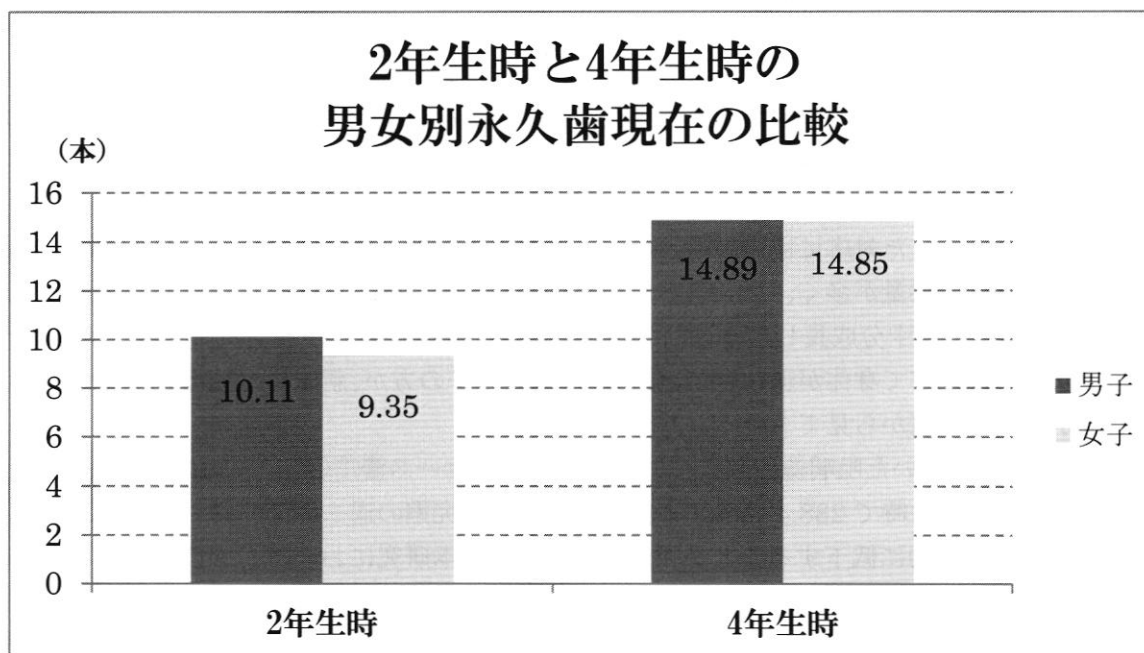


図 2 - 2

#### 7. 虫歯率

- ・ 2年生時—33.3%、4年生時—35.9%と虫歯が増えている。

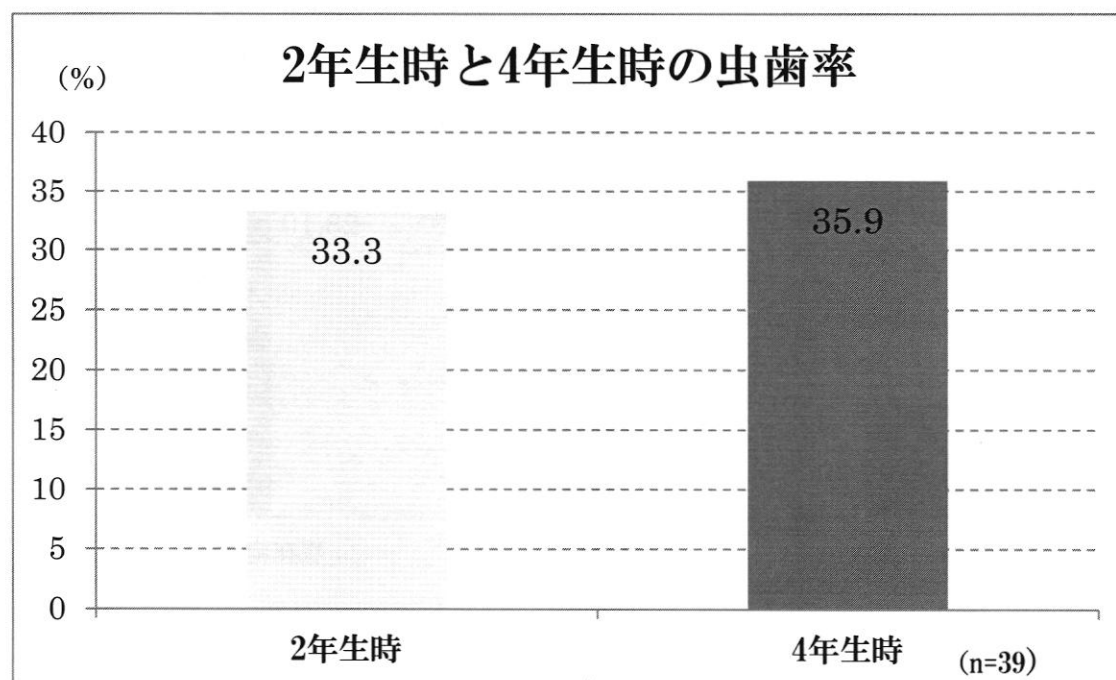


図 2 - 3

#### <考察>

過去 5 年間のデーター値から、5 分間の唾液分泌量はわずかずつではあるが、学年が進むにつれて減少がみられた。児童生徒の唾液分泌量の数値化されたデーター値は全く見受けられない。ところが古いデーター値ではあるが、成人の唾液分泌量は、1 分間の数値ではあるが  $0.32 \pm 0.23$  ml/分 (Becks, 1943)<sup>4)</sup> という報告があり、成人の唾液分泌量と比較すると (小 2 は  $0.744$  ml/分、中 2 は  $0.658$  ml/分) どの学年も成人の 2 倍以上であった。低学年の採取は容易であったが、小学校高学年や中学生は思春期ということから、正確な唾液分泌量は得られないであろうと予想していたが、きちんとした対応に協力が得られた。さらに男女別の検討では、すべての学年で男子が女子よりも唾液分泌量が多く、(本研究のテーマの 4 年生は除く) 昔から雑学的に言われている「子どもの頃はまだ十分成長しきっていないことから、免疫力が低い。」とか「一姫二太郎」・「男の子は女の子に比べて身体が弱いので、最初の子は女の子の方が、新米ママには育てやすい。」ということがデーター値から見てもぴたり当てはまる。

検査用グミゼリーを用いた咀嚼機能評価法による溶出グルコース濃度(図 1 - 2)は、2 年生時から ( $238.4$  mg/dl)、4 年生時で  $238.4$  mg/dl と低下した。本研究室の過去のデーター値より、咀嚼機能は 4 年生時で一時的に低下することが報告されている。本研究においてもこのところをしっかりと検証することを目的とし、2 年生時と同一人物で 4 年生時どうかという追跡調査をした。結果は同様に大きく低下した。歯と咀嚼機能の関係について、「9 歳ごろまでは咬合力は増齢に伴い増加していくが、10 歳前後で第一乳臼歯が脱落すると、一時的に咬合力は低下すると報告されている。」<sup>6)</sup> このことから 2 年生時では小臼歯の生え換わりはなく安定した咀嚼が可能であったが、4 年生時では小臼歯の脱落によって噛み合わせが不安定になりやすく、咀嚼機能が大きく低下したことが考えられた。5 分間唾液重量(図 1 - 1)はごくわずかではあるが上昇した。

その他、30 回咀嚼時間の比較 (図 1 - 3) では 4 年生時の方が 2 年生時よりも時間が多くかか

っていること。目視によるスコア評価の比較（図 1－4）では 2 年生時の方がよくかめていることがデーター値から検証できた。

虫歯がみられた部位は、2 年生時も 4 年生時ともに乳臼歯に多く、非虫歯保有児より虫歯保有児の方がグルコース濃度が低い結果となった。「虫歯保有児の咀嚼機能は非保有児に比較し、有意に低値を示した」ことを報告している。<sup>6)</sup> また、乳歯が虫歯になると永久歯の歯並びが悪くなり、顎の発育に支障をきたしやすいため、虫歯保有児の咀嚼機能は低下しやすいと考えられる。また虫歯率は 2 年生時から 4 年生時で増加している。乳臼歯に虫歯が多いため、歯ブラシが届きにくい状態であることや、虫歯菌に対する抵抗力の弱い未熟な永久歯が生えてきていることが原因であると考えられる。未処置歯及び処置歯を保有する児童は、咀嚼機能が有意に低い値を示すことから、虫歯の増加は咬合力の低下をきたすことは否めない。<sup>6)</sup> しかし早期の治療によって咀嚼機能が維持されることが考えられる。<sup>8)</sup>

食育を実施した。「成長と共に咀嚼の効用についての知識の習得は認められるが、噛む意識は成長と共に低下する」と報告されている。<sup>2)</sup> 本研究においては 2 年生時に行った咀嚼トレーニングや食育、咀嚼機能測定が、咀嚼体験として根付き、咀嚼に対する意識向上につながっていると考える。

「乳歯から永久歯への生え換わりの時期」ということを仮説としたが、さらに虫歯についても大きく関与していることが考えられた。乳歯だからといって放置しておくことなく治療すること。永久歯が生える時期も管理をきちんとすることの大切さが示唆された。

#### <まとめ>

2 年生時に噛みごたえのある食品介入や食育を受けた児童らは、4 年生時では歯の生え変わりや虫歯の有無により、咀嚼機能は 2 年生時よりも大きく低下したが、咀嚼に対する意識向上は 2 年後にも記憶があり、効果があった。成長期に咀嚼機能を向上させるために口腔内の状態をよく把握し、日頃からよく噛む意識づけを学校と家庭とが連携し、支援していくことが重要であると考えられた。

#### <謝辞>

本研究を進めるにあたりご協力いただいた研究所、咀嚼力測定に多大なご協力をいただいた岡崎市内 A 小学校の先生方、被験者として嫌がることなく協力してくれた児童の皆様、保護者の皆様に厚く御礼申し上げます。

さらに、本研究の足がかりをくださった大阪大学の野首先生、神奈川工科大学の澤井先生に感謝いたします。

#### <参考文献>

- 1) 巽夕起、佐々木昌世、叶谷由佳、佐藤千史：「小学生の咀嚼と生活習慣に関する研究」日建医誌、19、p16 (2010)
- 2) 木林美由紀：「児童・生徒の咀嚼に関しての理解と食行動との関連性」静岡県立大学短期大学部研究紀要、第 22 号、p24 (2013)
- 3) 澤井明香、工藤典代、黒柳令子、細山田康恵、吉牟田陽子、野首孝祠：「管理栄養士養成課程の学生教育における咀嚼機能評価法の導入に関する検討」日本咀嚼学会会誌、20 巻 2 号、p152 (2010)

- 4) 工藤典代、澤井明香、黒柳令子：「小児の安静時唾液分泌量の検討」小児耳鼻咽喉科、第 35 巻 1 号 (2014)
- 5) 安井栄、野首孝祠、吉牟田陽子、野首文公子、楠智恵、山本孝文他：「検査用グミゼリーによる咀嚼能率スコアー法の臨床活用に向けた信頼性の検討」日本咀嚼学会誌、第 22 巻 1 号 (2012)
- 6) 岡崎光子：「子どもの咬合力・咀嚼能力と食生活」女子栄養大学紀要、vol43、p14 (2012)
- 7) 医療新聞、表 3、「永久歯の萌出時期」、<http://www.jmnn.jp/archives/1157>
- 8) 土屋友幸、高橋淳、渡辺直彦、鬼頭秀明、井上三枝、磯村文質、黒須一夫：「小児患者の咬合力に関する研究、小児歯科学雑誌、1. 健全歯と充填処置場の比較、p34 (1996)
- 9) 花田信弘：「高齢者がよりよい食事をするために歯科医療にできること」鶴見大学歯学部探索歯学講座、2 歯の喪失と低栄養、p2、[www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai.../0000035122.pdf](http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai.../0000035122.pdf)