

ガム咀嚼が記憶に及ぼす効果について*

—— イチョウ葉エキス入りガムを用いた実験的研究 ——

The effects of chewing gum on memory: An experimental study with gum included the extract of Ginkgo biloba (EGB)

戸 梶 亜紀彦
Akihiko Tokaji

要 約

本研究は、近年、脳の血流を改善する働きがあるとされ、痴呆症の治療薬として注目されてきているイチョウ葉エキス (EGB) と、脳を活性化する働きがあるとされる咀嚼という両者に着目し、EGB の含まれたガム咀嚼を一定期間継続することによる記憶への効果について実験的な検討を行った。実験参加者は、3つの大学から集められ、無作為に統制群、ガム咀嚼群、EGB タブレット群、EGB 入りガム咀嚼群のいずれかに振り分けられた。実験課題には、改訂版ウェクスラー成人知能検査の中の数唱課題、および、有意味語と無意味語からなる単語記憶課題が用いられた。また、別室で歯科医によって実験参加者全員の咀嚼機能 (咀嚼面積と咀嚼力) の測定が行われた。これらの測定は、一週間間隔で2度行われ、その変化の程度が検討された。

分析の結果、EGB 入りガム咀嚼群がその他の群よりも数唱課題において成績が向上する傾向のあることが示された。また、咀嚼機能は有意味語の記憶に関する正方向への変化と関連し、さらに、咀嚼機能と単語の記憶に関する正方向への変化の傾向には、EGB 入りガム咀嚼群が関与していることが示唆された。

本研究では、EGB 入りガム咀嚼の記憶における効果が若干ではあるが確認された。しかしながら、咀嚼機能の訓練効果はみられなかったことから、咀嚼による継続的な脳への刺激とEGB の働きが相乗的に働き、記憶の促進効果を生み出したのではないかと推断される。今後の課題として、EGB 入りガム咀嚼の効果を明確にするためには、対象年齢層や訓練期間、認知・記憶課題等に対する多様な検討を行う必要性が示された。

キーワード：ガム咀嚼、イチョウ葉エキス (EGB)、短期記憶、作動記憶

はじめに

医学の進歩により、以前では死に至る可能性の高かった病気やケガなどによる死亡が減少し、また、出生率が低下したこともあいまって、寿命が大幅に伸びてきている。しかしながら、その一方で相対的な高齢化が進み、身体の老化とともにガンをはじめとする他のさまざまな疾病が増加していることも事実である。脳が萎縮し、記憶障害や人格障害を引き起こす痴呆症もその中の1つである。痴呆症には、主に、アルツハイマー性と脳血管障害性のものがあり、現在も治療薬の開発に多

くの研究者が取り組んでいる。

このような流れの中で、近年、脳の血流を改善する働きがあるとして、イチョウ葉エキスが痴呆症の治療薬として注目されてきている。イチョウ葉エキス (Extract of Ginkgo Biloba: EGB) には、他の植物にはない特異的なフラボノイド類と薬理因子 (ギンコライド、ピロバリドなど) が含まれている。これらは相乗的に働き、特に加齢に伴って避けられない種々の脳機能障害、神経系や免疫系の機能減退による痴呆、記憶減退、精神不安定、頭重感、眩暈、耳鳴り、肩凝り、関節痛などに対して、中枢および末梢の血管・血液の正常化を促進するため、海外では医薬品として、また、我が国では健康食品として利用されている (中高年健康研究会 EGB 専門部会, 1998; 光琳, 2000a, 2000b, 2000c)。

*本研究は、平成12年度ロッセ中央研究所研究助成金を受けて行われた。また、本研究を行うにあたり、朝日大学歯学部口腔生理学講座の川村早苗先生、ロッセ中央研究所開発研究部チューインガム研究室の関哲哉氏の協力を得ました。ここに謝意を表します。

一方、高齢化に伴った他の問題として、歯科の分野では歯牙を基盤とした咀嚼機能が注目されている。我々人間は、生物である以上、継続的な食物摂取が必要である。咀嚼は、食物摂取の前提となる機能であり、その咀嚼能力は歯数に依存するといわれる。咀嚼が正常に行われなければ、消化器系に負担をかけることになり、胃腸障害を起こす可能性が高まる。そこで、厚生省（現、厚生労働省）では、「21世紀における国民健康づくり運動」の1つとして、日本歯科医師会との協力により、8020運動（80歳で20本以上の歯を保つという運動）を展開している。

ところで、咀嚼には①唾液分泌による消化吸収の促進、②頭部・顎部の骨や筋肉の発育促進、③肥満防止、④脳の活性化、という4つの働きがあるとされている（(財)日本ウエルネス協会）。このうち、特に④に関しては、高齢社会の到来に伴った痴呆症の増加により、咀嚼による脳機能の向上ということで注目を集めている。すなわち、咀嚼に伴って脳内血流量の増加や大脳皮質の活性化が生起することが見出されているのである（愛知県歯科医師会調査室 健康日本21部門）。

このような咀嚼の効果に関しては、これまでに動物を用いた実証的な研究が多数行われている。例えば、川村（1989）は、マウスおよびラットを固形飼料、粉末飼料のいずれかで飼育し、回避学習を行わせた。その結果、学習を重ねるにつれて、固形飼料群の方が有意な学習効果を示すことが見出された。また、藤原（1990）も、同様の飼料条件で実験を行い、固形飼料群の方が有意に迷路学習の成績が良いことを見出している。さらに、藤原（1990）では、2週齢目に片側の歯牙を摘出したラットの脳発育の左右差を調査し、4週齢目で大脳の細胞分布密度に明らかな左右差を生じることを見出している。

これらは、動物実験の知見であるが、人間を対象とした研究も散見される。例えば、船越・川村・藤原・裕・佐橋（1988）は、幼稚園児を対象に咬合力測定と知能検査（WPPSI）の中の記憶課題を実施し、咬合力の強さと幾何図形記憶課題および文章再生課題との間に正の相関関係を見出している。また、佐橋・加藤（1994）は、幼稚園児と中学生を対象として咬合力と短期記憶課題である数唱テストを実施し、正の相関関係のあることを見出している。

このように、咬合力を含めた咀嚼機能と記憶・学習という認知機能とは、何らかの関連があると考えられる。そこで本研究では、EGBと咀嚼という両者の働きに着目し、EGBの含まれたガム咀嚼による効果について検討を行った。すなわち、咀嚼訓練を一定期間継続することにより、認知機能にいかなる効果を発揮するのかについて、大学生を対象に実験を行い実証的な検討を行うことを目的とした。

なお、EGBと咀嚼という2つの要因の効果に関しては、脳および骨格筋の発達がほぼ安定している青年を対象とした研究は皆無であり、その効果を得るまでの期間やいかなる認知機能に効果があるかは不明であることから、本研究は今後の研究の足がかりとするための布石としての位置づけをもつものである。

研究方法

被験者

実験協力の依頼を承諾した公立A大学の学生22名（男子1名、女子21名）、公立B大学の学生27名（男子17名、女子10名）、および私立C大学の学生9名（男子1名、女子8名）、計58名（男子19名、女子39名）が実験に参加した。年齢は、18～22歳であった。各大学の実験協力者はそれぞれ実験計画法にしたがって、統制群（何の処理も施さない群）、ガム咀嚼群（市販のガムを噛む群）、EGBタブレット群（ガムは噛まずにEGBのみを摂取する群）、EGB入りガム咀嚼群（EGB入りガムを噛む群）の4群に無作為に振り分けられた。

実験実施時期と処理（訓練）期間

公立A大学では平成12年9月21日と28日に、公立B大学では平成12年12月2日と9日に、私立C大学では平成13年9月14日と21日に、それぞれ一週間の処理（訓練）期間を設けて実験を実施した。

記憶課題

本研究では、記憶課題として以下のものを使用した。

- ①短期記憶の検査課題として最も一般的に使用されている改訂版ウェクスラー成人知能検査（WAIS-R）の数唱課題に、被験者が大学生であることから、順唱・逆唱ともに乱数を発生させ、さらに2系列を加えたもの（Table 1参照）。

Table 1 実験で使用された数唱課題

順 唱	逆 唱
1-(1)5-8-2	1-(1)2-4
1-(2)6-9-4	1-(2)5-8
2-(1)6-4-3-9	2-(1)6-2-9
2-(2)7-2-8-6	2-(2)4-1-5
3-(1)4-2-7-3-1	3-(1)3-2-7-9
3-(2)7-5-8-3-6	3-(2)4-9-6-8
4-(1)6-1-9-4-7-3	4-(1)1-5-2-8-6
4-(2)3-9-2-4-8-7	4-(2)6-1-8-4-3
5-(1)5-9-1-7-4-2-8	5-(1)5-3-9-4-1-8
5-(2)4-1-7-9-3-8-6	5-(2)7-2-4-8-5-6
6-(1)5-8-1-9-2-6-4-7	6-(1)8-1-2-9-3-6-5
6-(2)3-8-2-9-5-1-7-4	6-(2)4-7-3-9-1-2-8
7-(1)2-7-5-8-6-1-3-9-4	7-(1)9-4-3-7-6-2-5-8
7-(2)7-1-3-9-4-2-5-6-8	7-(2)7-2-8-1-9-6-5-3
8-(1)4-8-5-1-3-6-2-7-6-9	8-(1)3-6-1-9-7-5-4-8-2
8-(2)1-6-3-9-4-3-5-7-2-8	8-(2)5-9-4-1-3-7-2-6-8

② 単語記憶課題のうち、有意味語としてBuschke 選択想起検査 (Buschke & Fuld, 1974) から動物の名前を10×2セット、無意味語として

秋田 (1964) の作成した無連想価分類表より、カタカナ二字音節で無反応者が60%以上のものを10×2セット (Table 2 参照)。

Table 2 実験で使用された有意味語と無意味語

有 意 味 語 (10×2セット)		無 意 味 語 (10×2セット)	
1. イヌ	1. ネズミ	1. ルエ	1. ホヌ
2. キツネ	2. タヌキ	2. ンヌ	2. ヘホ
3. ウマ	3. ヒツジ	3. フベ	3. マピ
4. イタチ	4. ブタ	4. ムビ	4. セヘ
5. ライオン	5. ヤギ	5. ヌオ	5. ツザ
6. サイ	6. ヒョウ	6. ギト	6. ロエ
7. ゾウ	7. リス	7. メナ	7. ヘヨ
8. シカ	8. ワニ	8. ズセ	8. プゴ
9. クマ	9. ロバ	9. プバ	9. ンヒ
10. ゴリラ	10. カメ	10. テユ	10. ワノ

手続き

実験は、通常これらの検査が行われる場合と同様の状況で、個別法で行った。まずはじめに、実験課題の説明を行い、数唱 (順唱、逆唱)、単語記憶 (有意味語、無意味語) の順で実験を行った。なお、単語記憶では、維持リハーサルの時間に操作を加え、公立A大学の学生には記銘時に維持リハーサルを行うには不十分だと考えられる10秒間だけ刺激が提示され、これに対して、公立B大学および私立C大学の学生には記銘時に維持リハーサルを十分に行うことが可能だと考えられる1分間刺激が提示された。また、数唱は通常の手続き同様に即時再生で行ったが、単語記憶では記憶の

保持 (減衰の程度) に関して検討するため、刺激提示終了後に妨害課題として1分間の計算課題 (200から3ずつ引く、もしくは、200から7ずつ引く) を口頭で行わせてから再生を実施した。1回目の実験終了後、各群には以下のような教示が与えられた。なお、EGBタブレット群およびEGB入りガム咀嚼群では、いずれも1日のEGB摂取量は120mg (フラボノール配糖体含量28.5%、テルペンラクト類含量13.7%—そのうち、ギンコライドB含量1.5%) になるように計画された。また、この両群については、教示においてEGBに関しては何も触れられなかった。

- ・統制群：この研究は、一定の時間間隔で、人間の認知諸機能にどの程度の変動があるかをみることを目的としています。一週間後に同様の検査を行いますので、あなたは通常どおりの生活を心掛けて下さい。有難うございました。
- ・ガム咀嚼群：この研究は、ガムを噛むことが人間の認知諸機能にどのような効果をもたらすかを検討することを目的としています。一週間後に同様の検査を行いますので、あなたは毎日お渡ししたガムを1日につき9枚噛んで下さい。ただし、その際には一枚ずつ、10分間噛むようにして下さい。また、ガムは適当な間隔をおいて噛むようにして下さい。有難うございました。
- ・EGB タブレット群：この研究は、健康食品が人間の認知諸機能にどのような効果をもたらすかを検討することを目的としています。一週間後に同様の検査を行いますので、あなたは毎日お渡ししたタブレットを1日につき3粒飲んで下さい。ただし、その際には噛まずに飲んで下さい。また、このタブレットを飲む際には、何で飲んでもらってもかまいません。有難うございました。
- ・EGB 入りガム咀嚼群：この研究は、ガムを噛むことが人間の認知諸機能にどのような効果をもたらすかを検討することを目的としています。一週間後に同様の検査を行いますので、あなたは毎日お渡ししたガムを1日につき9枚噛んで下さい。ただし、その際には一枚ずつ、10分間噛むようにして下さい。また、ガムは適当な間隔をおいて噛むようにして下さい。有難うございました。

また、上記の記憶検査と並行して、各被験者の所属群を知らされていない歯科医により咀嚼機能検査が別室で行われた。咀嚼機能の計測には、咬合力測定フィルム：デンタルプレスケール（富士写真フィルム株式会社製）が使用された。データの処理については、デンタルプレスケールをオクルーザー（OCCLUZER FPD-705：株式会社

ジーシー製）に取り込んでデジタル変換し、そのデータをコンピュータで解析し、咀嚼機能の測度として、咀嚼している全体の面積（Area：平方ミリメートル）とそこにかかる全体の力（Force：ニュートン）を算出した。なお、従来の研究（例えば、船越・川村・藤原・裕・佐橋、1988；佐橋・加藤、1994など）では咀嚼機能の1つとして、左右の第1大臼歯の最大咬合力の測定が指標に使用されていたが、この測定方法では、歯の完成した成人の場合、咬頭傾斜の個人差により測定誤差が大きくなってしまふこと、および、1回目の測定時に痛みを感じた場合には成人では2回目以降は意図的に噛む力を調整しやすく正確な測定値が得られないことなどから、本研究では使用されなかった。

それから一週間後に、同じ手続きで同様の実験課題と咀嚼機能検査が実施された。ただし、単語記憶課題では、有意味語・無意味語ともに、2回目は1回目とは異なるセットが使用された。このとき、1回目と2回目に使用されるセットに関しては、被験者ごとにランダムに順序を変えることによって、順序効果を相殺するように操作を行った。なお、実験はその真の目的がわからないように「ガム咀嚼および健康食品と認知諸機能との関係に関する研究」という名目で行われた。また、2回目の実験終了後には、本実験に関するディブリーフィングが個別に行われ、真の目的が告げられた。

結 果

被験者のうち、2回目を欠席した者がA大学とB大学に1名ずついたため、すべての分析から除外した。また、実施した記憶課題において1回目と2回目の成績が極端に異なった被験者がB大学に1名おり、実験後の感想で「特殊な記憶法を考えだした」と述べていたことから、このデータを分析から除外した。さらに、顎関節症の疑いのある被験者が2名いたため、これらのデータも分析から除外した。その結果、統制群12名、ガム咀嚼群14名、EGB タブレット群14名、EGB 入りガム咀嚼群13名となった。

数唱課題における群間比較

順唱の成績、逆唱の成績、および、これらを合

計した数唱の成績という3つのデータに関して、A, B, Cの3大学のデータを合わせて、1回目の測定値を事前測定、2回目の測定値を事後測定として分析を行った。ここで、データ構造は4(群)×2(測定時期)の分散分析モデルがあてはまるが、モデルの誤差変動を減少させて検定力を高めるために共分散分析を使用した。なお、共分散分析を実施するにあたり、回帰の同質性の検定を行い、すべてにおいて有意差がなかったことを確認した。そこで、共分散分析を行ったところ、すべての成績において有意差がみられた(順唱: $F(3,48) = 4.396, p < .01$; 逆唱: $F(3,48) = 2.986, p < .05$; 数唱: $F(3,48) = 3.508, p < .05$)。Bonferroniによる有意確率調整を行った多重比較の結果、順唱においては、EGB入りガム咀嚼群がEGBタブレット群よりも有意に成績が向上することが見出され、逆唱では、EGB入りガム咀嚼群が統制群よりも成績が向上する傾向が示された。また、数唱全体としては、EGB入りガム咀嚼群が他の3群よりも有意に成績が向上するか、または、そのような傾向が示された(EGB入りガム咀嚼群 > EGBタブレット群: $p < .05$; EGB入りガム咀嚼群 > 統制群, ガム咀嚼群: $p < .10$)。各群におけるこれらの成績の平均値および標準偏差を Figure 1~3 に示す。

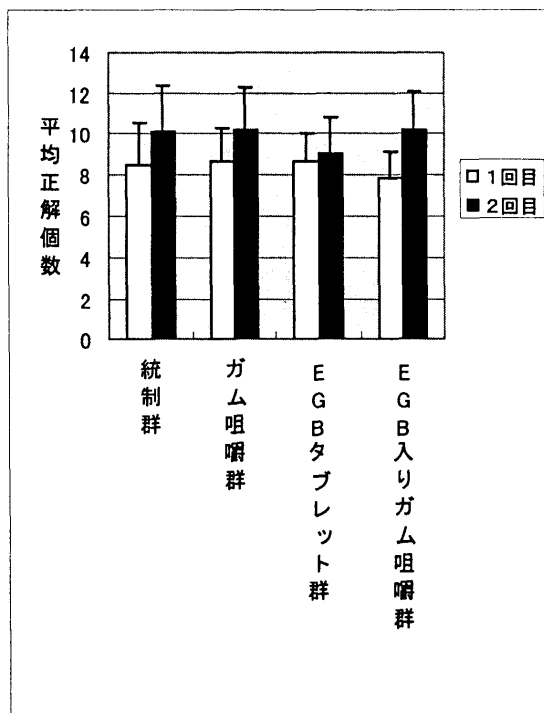


Figure 1 順唱における成績の変化

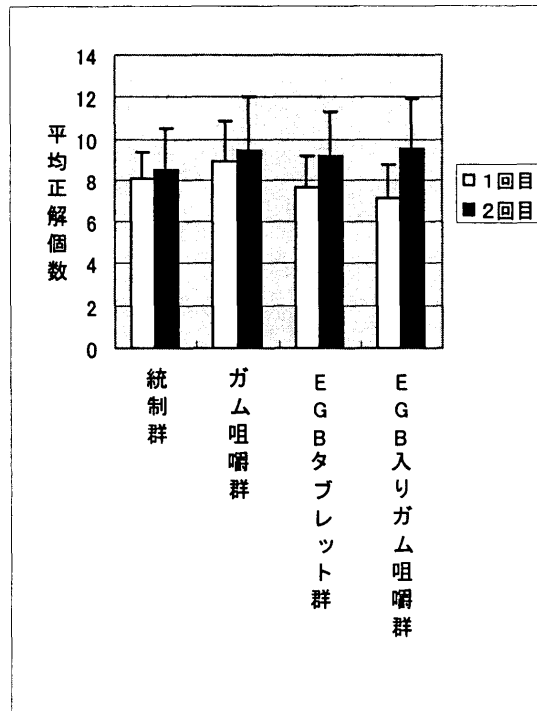


Figure 2 逆唱における成績の変化

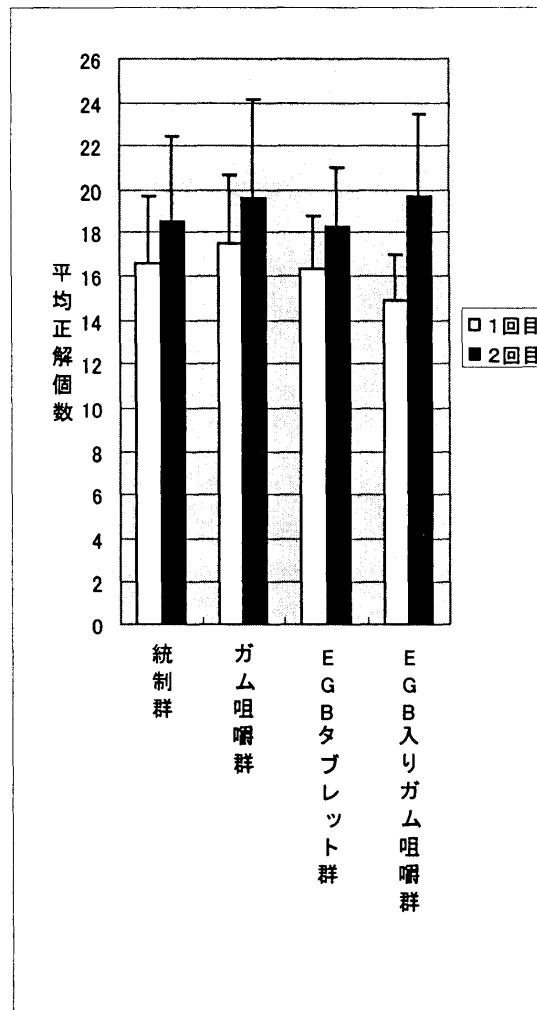


Figure 3 数唱にける成績の変化

以上の結果から、総合的にみて、EGB 入りガム咀嚼群が最も成績を向上させていることが示唆される。また、順唱と逆唱では、異なる結果となっていることが示された。全体的に、課題への慣れのためか2回目の方が1回目よりも成績が高かった。

単語記憶課題における群間比較

有意味語、無意味語、および、これらを合計した単語の3つのデータに関して、刺激提示時間(記憶のリハーサル時間)に操作を加えていたこ

とから、A大学と、BおよびC両大学とのデータを分離して共分散分析を行った。なお、共分散分析を実施するにあたり、回帰の同質性の検定を行ったところ、すべてにおいて有意差は認められなかった。共分散分析の結果、刺激提示時間が10秒と短かったA大学 (Table 3) では、有意味語、無意味語、両者を併せた単語のいずれの成績においても有意差はみられなかった。一方、刺激提示時間が1分間と長かったBおよびC大学 (Table 4) においても、有意味語、無意味語、単語のいずれにおいても有意差はみられなかった。

Table 3 単語記憶に関する成績の平均値と標準偏差 (A大学)

		有意味語 (個)	1 回目	2 回目
群	度数		平均値±標準偏差	平均値±標準偏差
統制群	6		7.2±1.9	6.8±2.3
ガム咀嚼群	5		7.4±1.1	6.8±1.3
EGB タブレット群	4		7.5±1.3	7.0±1.4
EGB 入りガム咀嚼群	4		6.0±1.4	6.8±0.5
		無意味語 (個)	1 回目	2 回目
群	度数		平均値±標準偏差	平均値±標準偏差
統制群	6		2.5±1.0	2.3±1.4
ガム咀嚼群	5		2.4±2.1	2.0±1.2
EGB タブレット群	4		4.5±2.1	2.0±1.4
EGB 入りガム咀嚼群	4		3.0±0.8	2.3±1.5
		単語 (個)	1 回目	2 回目
群	度数		平均値±標準偏差	平均値±標準偏差
統制群	6		9.7±2.2	9.2±3.3
ガム咀嚼群	5		9.8±3.1	8.8±2.4
EGB タブレット群	4		12.0±2.0	9.0±0.8
EGB 入りガム咀嚼群	4		9.0±1.8	9.0±1.8

Table 4 単語記憶に関する成績の平均値と標準偏差 (B, C大学)

		有意味語 (個)	1 回目	2 回目
群	度数		平均値±標準偏差	平均値±標準偏差
統制群	6		8.3±1.4	8.8±1.3
ガム咀嚼群	9		8.0±1.5	8.8±1.5
EGB タブレット群	10		8.0±1.3	7.6±0.8
EGB 入りガム咀嚼群	9		7.6±1.9	8.4±0.9
		無意味語 (個)	1 回目	2 回目
群	度数		平均値±標準偏差	平均値±標準偏差
統制群	6		3.3±1.4	3.7±2.1
ガム咀嚼群	9		2.9±1.1	4.3±1.7
EGB タブレット群	10		2.3±1.7	3.3±1.2
EGB 入りガム咀嚼群	9		3.7±1.3	3.7±2.0
		単語 (個)	1 回目	2 回目
群	度数		平均値±標準偏差	平均値±標準偏差
統制群	6		11.7±2.4	12.5±3.0
ガム咀嚼群	9		10.9±1.5	13.1±2.3
EGB タブレット群	10		10.3±2.4	10.9±1.7
EGB 入りガム咀嚼群	9		11.2±2.1	12.1±2.3

咀嚼機能における群間比較

咀嚼機能の各指標における訓練効果に関して検討するため、他のデータと同様に共分散分析を行った。なお、共分散分析を実施するにあたり、回帰の同質性の検定を行ったところ、両指標において有意差は認められなかった。分析の結果、Area、

Forceの両指標ともに有意差は認められなかった。そこで、これらの平均値および標準偏差をみると (Table 5), EGB 入りガム咀嚼群およびガム咀嚼群において咀嚼の効果がありそうに見受けられるが、標準偏差がそれらの平均的効果よりも遙かに大きいことから個人差がかなりあることがうかがえた。

Table 5 咀嚼機能に関する指標の平均値と標準偏差

Area (mm ²)		1 回目	2 回目
群	度数	平均値±標準偏差	平均値±標準偏差
統制群	12	23.24±9.50	23.23±8.90
ガム咀嚼群	14	25.41±11.53	26.13±11.76
EGB タブレット群	14	23.83±7.94	24.16±8.08
EGB 入りガム咀嚼群	13	22.54±13.68	24.99±15.61
Force (N)		1 回目	2 回目
群	度数	平均値±標準偏差	平均値±標準偏差
統制群	12	1119.24±348.67	1112.83±258.50
ガム咀嚼群	14	1232.01±461.74	1258.52±460.45
EGB タブレット群	14	1137.11±323.36	1187.05±322.31
EGB 入りガム咀嚼群	13	1121.99±534.73	1219.87±588.02

咀嚼機能と各記憶課題との関連について

従来の研究において検討されてきた、咀嚼機能と記憶との関連について検討するために、各指標と記憶課題との1回目および2回目に関してピアソンの積率相関係数を求めた。その結果をTable 6およびTable 7に示す。なお、すべての変数に関して、Kolmogorov-Smirnov 検定によって正規分布への適合度を調べたところ、すべてにおいて有意差がみられなかったことから相関係数はピアソンの積率相関係数を用いた。また、咀嚼訓練の程度に有意差がみられなかったことから、ここではすべての被験者を用いて分析を行った。

Table 6 咀嚼機能と数唱課題との相関係数(r)

咀嚼機能	順唱	逆唱	数唱
Area (1回目)	-.106	-.074	-.105
Area (2回目)	.070	-.067	-.002
Force (1回目)	-.098	-.055	-.089
Force (2回目)	.047	-.074	-.019

n = 53

Table 6 から、咀嚼機能と数唱課題との間に相関関係は見出されなかった。また、Table 7 から、記銘時に不十分なりハーサル時間しか与えられなかったA大学では咀嚼機能と単語記憶課題との間には相関関係は見出されなかったが、記銘時に十分なりハーサル時間を与えられたBおよびC大学では咀嚼機能と1回目の有意味語では負の有意な相関 (Area・有意味語 : r = -.350, Force・有意味語 : r = -.391, いずれも p<.05) が、2回目の無意味語では正の有意傾向の相関 (Area・無意味語 : r = .321, Force・無意味語 : r = .297, いずれも p<.10) が、それぞれ見出された。また、1回目と2回目を独立の測定機会と考え、相関の差の検定 (岩原, 1965) を行ったところ、BおよびC大学において、咀嚼機能と有意味語および単語との相関係数が1回目から2回目にかけて正の方向へ変化する傾向のあることが示された (Area・有意味語 : CR = 1.386, Force・有意

Table 7 咀嚼機能と単語記憶課題との相関係数(r)

咀嚼機能	A 大学 (n=19)			B, C 大学 (n=34)		
	有意味語	無意味語	単語	有意味語	無意味語	単語
Area (1回目)	-.145	-.020	-.104	-.350*	.220	-.100
Area (2回目)	-.008	.076	.037	-.014	.321+	.229
Force (1回目)	-.207	.022	-.114	-.391*	.195	-.147
Force (2回目)	-.049	-.003	-.034	-.041	.297+	.197

+ : p<.10, * : p<.05

味語：CR=1.461, Area・単語：CR=1.315, Force・単語：CR=1.362, いずれも片側検定で $p<.10$ 。さらに、各条件ごとに1回目と2回目の相関の差を検定したところ、統制群の咀嚼機能と無意味語との間に負の方向への有意傾向の変化がみられ (Area・無意味語：CR=1.355, Force・無意味語：CR=1.386, いずれも片側検定で $p<.10$)、EGB入りガム咀嚼群の咀嚼機能と単語との間に正方向への有意傾向の変化がみられた (Area・単語：CR=1.611, Force・単語：CR=1.531, いずれも片側検定で $p<.10$)。順唱、逆唱、数唱およびA大学での有意味語、無意味語、単語では、咀嚼機能と各記憶課題との相関係数の間に条件による有意な変化はみられなかった。

以上のことから、咀嚼機能は有意味語の記憶に関する正方向への変化と関連し、咀嚼機能と単語の記憶に関する正方向への変化の傾向には、EGB入りガム咀嚼群が関与していることが示唆された。

考 察

まず、記憶課題のうち数唱の結果をみると、すべてにおいて平均値の変化が正方向であったことから、2回目の方が成績が良かったことがわかる (Figure 1~3 参照)。これは、実験状況や刺激材料に対する慣れが生じたためであると考えられるが、すべての条件においてこの効果は等しいと考えられることから、結果の解釈には影響しないとみなせよう。

数唱課題における記憶効果について

本研究で得られた記憶の効果について検討したところ、EGB入りガム咀嚼群は他の群と比較して数唱課題において若干の促進効果が示された。数唱課題には順唱と逆唱とがあり、前者は短期記憶の容量である直接記憶の範囲を測定するための検査であり、また即時再生であることから、短期記憶の記銘的側面を反映すると考えられる。一方、後者は即時再生ではあるが、順序を反転させる必要のあることから、短期記憶の中の1つの要素である作動記憶 (working memory) の働きを反映するとみなすことができる。いずれにしても、数唱課題では刺激に対する注意や集中力が喚起されていることが前提となる (杉下, 2001)。このよ

うに考えると、順唱で差のなかったガム咀嚼は記憶容量としての短期記憶の記銘的側面 (注意の側面を含む) において若干の効果を有し、また、逆唱で差のなかったEGBは短期記憶に関連したより複雑な認知処理を幾分か促進する効果を有する可能性があると推測され、その2つが組み合わさったEGB入りガム咀嚼群の場合に相乗効果をもたらされ、数唱において他の条件よりも優れた効果を生み出すようになったと解釈することができるかも知れない。

佐橋・加藤 (1994) は、幼稚園児を対象として咀嚼訓練を取り入れた数唱課題に関する検討を行い、訓練群では6ヶ月間の訓練後に順唱・逆唱ともに有意な成績の向上を示したが、統制群では変化はみられなかったことを見出している。本研究との違いを整理すると、本研究では脳、骨格筋、歯などの発達が安定した青年期の被験者を用いたが、佐橋ら (1994) の研究では対象が幼稚園児であったため、発達的にみて上述の要因が発達途上であったことから咀嚼訓練によって短期記憶への総合的な効果がみられたのではないかという可能性が指摘できる。さらに、訓練期間が本研究の一週間に比して圧倒的に長い6ヶ月もの間実施されたことも、結果の違いに反映されていると考えられる。これらの要因の効果を明確にするためには、年齢層や訓練期間に対する多様な検討を行う必要がある。

単語課題における記憶効果について

単語記憶に関しては、分析の結果、有意味語、無意味語、単語のいずれにおいても群間に有意差はみられず、特別な効果は見出されなかった。したがって、群間における単語記憶課題の成績では、一週間という本研究での訓練期間での検討では直接的な効果は確認されなかった。これらに関しても、対象年齢層や訓練期間に関するさまざまな検討を行った上で結論を出す必要がある。

咀嚼機能における訓練効果について

咀嚼機能の訓練効果に関して検定を行ったところ、対象が青年期の被験者であったためか、平均値の変動量と標準偏差の値から個人差が大きく、一週間程度の訓練では条件間に違いはみられなかつ

た (Table 5 参照)。脳および身体の発達が比較的安定状態にある青年の場合、一週間程度の訓練では咀嚼機能の訓練効果は望めなかったものと考えられる。しかしながら、数唱課題においては多少とも効果が示されたことから、従来の小児に対する研究で指摘されていた咀嚼機能の一つである咬合力の強さ (船越・川村・藤原・裕・佐橋, 1988; 船越・川村・中島・藤原・西川, 1987 など) からだけではなく、咀嚼による継続的な脳への刺激と EGB の働きが、記憶の促進効果を生み出したのではないかと推断される。

咀嚼機能と記憶効果について

従来の研究と同様に、咀嚼機能と単語記憶の成績との相関関係について検討したところ、興味深い結果が見出された。有意味語に関しては、1 回目の測定から 2 回目にかけて、維持リハーサル時間がほとんどない場合には咀嚼機能との間に記憶への効果はみられなかったが、維持リハーサル時間が十分にある場合には正方向への変化が傾向ではあるが示された。さらに、条件ごとに検討した場合には、いずれの条件においても有意な変化は見出されなかった。維持リハーサル時間が十分にあるということは、刺激材料が有意味であることから、短期記憶というよりもエピソード記憶に近づくと考えられる。すなわち、この記憶課題の特徴は、刺激材料が既知の単語であり、まったく新たな内容を記憶して保持するわけではないことから、長期記憶の中のエピソード記憶に含まれる課題とみなすことができる。課題の実施状況は、記銘した後に妨害課題 (口頭での引き算) を行ってリハーサルを妨害して記憶を減衰させていることから、前向きエピソード記憶をみているものである。このような状況で正方向への変化が弱いながらもみられたということは、1 回目の咀嚼機能の測定によって、咀嚼への意識が高まったことによる全体的な変化の可能性が推測される。すなわち、咀嚼機能の向上が、エピソード記憶の保持に効果のある可能性が示唆される。

一方、無意味語では、維持リハーサル時間が十分にある場合には 2 回目において傾向ではあるが正の相関関係がみられたにもかかわらず、統制群では 1 回目の測定から 2 回目にかけて負の方向への変化を示していたことから、他の 3 群が個々に

有意ではないが相対的に正方向への変化を示していたと推測される。無意味語は、有意味語とは異なり、維持リハーサル時間があつたとしても、未知の新奇刺激であり、短期記憶の記銘的要素の強い刺激である。統制群は他の群に比べ、咀嚼機能と記銘力との関係が不安定であると推測されるが、他の 3 群における正の効果が示されていないため、詳細は今後の課題である。

次に、有意味語と無意味語を合わせた単語課題としてみると、維持リハーサル時間が十分にある場合には咀嚼機能と単語課題との相関関係が傾向ではあるが正方向への変化を示した。さらに、条件別に検討したところ、EGB 入りガム咀嚼群においてのみ咀嚼機能と単語課題との間に正方向への有意傾向の変化が示された。これらのことから、全般的な単語記憶に関しては、EGB 入りガム咀嚼群において咀嚼機能と記憶との間に正の関係が想定される。すなわち、従来のガム咀嚼に加え、EGB を同時に摂取することにより、それらの相乗効果が若干ではあるが短期記憶の促進につながると考えられる。また、維持リハーサル時間が十分にある場合にのみ、このような効果がみられたことから、記憶のプロセスにおいても特に保持において EGB 入りガム咀嚼が効果を発揮すると推断される。

ところで、これまでの研究では、咀嚼機能と知能が共に発達途上にある幼稚園児 (船越・川村・藤原・裕・佐橋, 1988; 船越・川村・中島・藤原・西川, 1987; 佐橋・加藤, 1994 など) や中学生 (佐橋・加藤, 1994) を被験者として検討されたものであった。ところが本研究では、知能と咀嚼機能とが既に発達的には安定状態にある成人を被験者として用いたため、それらがその後、他の要因によって影響を被っている可能性が高い。したがって、1 回目の測定では無相関や負の相関のものもあつたが、これらは被験者標本自体の特性に依存しているためであり、2 回目咀嚼機能との関連を示すものと考えられる。全体としては正の相関関係は明確には示されなかったが、上述したように 1 回目から 2 回目にかけて有意傾向の変化を示したものがあり、咀嚼機能と単語記憶との間に従来から示されている正の関係が推察される。

まとめ

以上の結果をまとめると、ガム咀嚼とEGBの両者において、それぞれ単独では記憶に関して明確な効果は認められなかった。しかしながら、継続的なEGB入りガムの咀嚼は、ガム咀嚼とEGBによる何らかの良い相乗効果を生み出し、短期記憶、作動記憶、エピソード記憶における注意や記憶保持等の複雑な認知処理に対して有効に働く可能性のあることが示唆された。

ただし、このような結論を明確に示すためには、現時点では多くの課題が残されている。まず、本研究の分析結果からでは、EGB入りガム咀嚼の記憶促進効果の可能性を示唆する程度であり、また、認知・記憶課題の種類や特に訓練期間がどの程度であれば妥当であったのかは、さらなる検討が必要とされる。さらに、EGB入りガム咀嚼において記憶の促進効果があったとした場合、それはどのような認知処理機能に対して有効であるのか、対象者の年齢との関連についてはどうなのか（例えば、高齢になるほどEGB入りガム咀嚼には効果があるのか、EGBとガム咀嚼では高齢者の場合に効果が異なるのか、など）、といった問題も含めた多くの課題が残されている。EGB入りガム咀嚼の効果に関するより明確な結論を導き出すためには、今後のさらなる知見の積み重ねが当然のことながら必要となつてこよう。

引用文献

- 愛知県歯科医師会調査室 健康日本21部門 (<http://www.nhk-chubu-brains.co.jp/ad8020/tyo-usasitu/mast%20and%20brain3.htm>)
- 秋田清 1964 日本語二字音節の無連想価と有意味度 人文学 (同志社大学人文学会), 74, 57-66.
- Buschke, H., & Fuld, P. A. 1974 Evaluating storage, retention, and retrieval in disordered memory and learning. *Neurology*, 24, 1019-1025.
- 中高年健康研究会 EGB 専門部会 1998 脳・末梢に用いられる EGB の起源と最近の臨床的評価中高年健康研究会
- 船越正也・川村早苗・藤原秀樹・裕哲崇・佐橋喜志夫 1988 咬合力と知能テストの関連性について 岐阜歯科学会雑誌, 15, 392-398.
- 船越正也・川村早苗・中島宏道・藤原秀樹・西川有 1987 咀嚼機能と知能指数の相関について 岐阜歯科学会雑誌, 14, 17-29.
- 藤原秀樹 1990 ラットの咀嚼と脳発達に関する組織学的, 行動学的研究 歯科基礎医学会雑誌, 32, 495-508.
- 岩原信九郎 1965 教育と心理のための推計学 新訂版 日本文化科学社
- 川村早苗 1989 マウスとラットの条件回避学習に及ぼす飼料強度の影響 歯科基礎医学会雑誌, 31, 72-82.
- 光琳 2000a 医薬品・代替医療の食品として新たな展開をみせるイチヨウ葉エキス(上) 食品工業, 43(5), 26-29.
- 光琳 2000b 医薬品・代替医療の食品として新たな展開をみせるイチヨウ葉エキス(中) 食品工業, 43(7), 26-29.
- 光琳 2000c 医薬品・代替医療の食品として新たな展開をみせるイチヨウ葉エキス(下) 食品工業, 43(9), 24-27.
- 内閣府(編) 2001 平成13年版高齢社会白書—忘年の交わりを求めて— 財務省印刷局
- (財)日本ウエルネス協会 (http://www1.odn.ne.jp/~aaf00780/07_02.htm)
- 佐橋喜志夫・加藤哲 1994 小児の咬合力と数唱テストとの関連性 小児歯科学雑誌, 32, 494-504.
- 杉下守弘 2001 日本版ウエクスラー記憶検査法 (WMS-R) 日本文化科学社