－原著－

加齢に伴う舌体性感覚閾値の変化

櫻井　晶，田村　裕，山村　千絵

新潟リハビリテーション大学院大学
リハビリテーション研究科
リハビリテーション医療学専攻
摂食・嚥下障害コース（主任：山村千絵教授）

Age-related changes in thresholds of somatic sense of the tongue

Akira Sakurai，Yutaka Tamura，Chie Yamamura

Department of Eating Disorder and Dysphagia, The University of Niigata Rehabilitation Graduate School (Chief:Prof.Chie Yamamura)

平成 21 年 10 月 28 日受付　　11 月 24 日受理

Key Words：舌背中央部（Center of dorsal tongue），体性感覚（Somatic sense），触覚閾値（Tactile sense threshold），二点識別閾値（Two-point discrimination thresholds），形状識別（Shape discrimination）

Abstract: Most of the rehabilitation programs of eating and swallowing functions aim at motor function recovery. In contrast, only a few attempts have been made to improve sensory function. For this, few quantitative studies have been made to evaluate age-related changes in oral somatic sense.

In the present study, comparison of somatic sense of center of the dorsal tongue, which plays an important role in the bolus formation and recognition of properties, position and shape of food, was made between young people and elderly people.

We performed that 1) Measurement of tactile sense threshold　2) Measurement of two-point discrimination thresholds 3) Discrimination of two different shapes, one was circular, and the other was square.

The result was as follows; 1)The tactile sense threshold in elderly people (0.141 ± 0.091g) was significantly higher than that in young people (0.035 ± 0.013g). 2) The two-point discrimination thresholds of elderly people (horizontal 4.47 ± 0.96mm, sagittal 7.04 ± 1.96mm) were significantly higher than those of young people (horizontal 3.00 ± 1.09mm, sagittal 5.83 ± 1.52mm). Moreover, regardless of age, the thresholds measured in a horizontal direction were lower than those of sagittal direction. 3) The ratio of correct answer in elderly people (58.24 ± 13.39%) was significantly lower than that of young people (78.00 ± 16.31%).

These results indicate that somatic sense and shape discrimination ability decreased with aging. Such phenomena may partly be due to the physiological change of the lingual mucosa and the depression of the central nervous system by aging. It is supposed that elderly people are generally disadvantageous to eating and swallowing.

抄録：摂食・嚥下リハビリテーションの現場では，運動機能回復を目的としたリハビリテーションがほとんどで，感覚機能回復を目的としたものは少ない。また，加齢に伴う口腔体性感覚の変化について，定量的な評価を行った研究もほとんどない。

本研究は，食塊形成や食物の物性，位置，形状などの認知に重要な役割を果たす舌背中央部の体性感覚の鋭敏度について，若年者と高齢者で比較することを目的として実施した。測定は触覚閾値，二点識別閾値水平方向･矢状方向，形状識別の三種類を行った。

その結果，触覚閾値（若年群 0.035 ± 0.013 g，高齢群 0.141 ± 0.091 g（平均値 ± SD）），二点識別閾値（水平方向：若年群 3.00 ± 1.09mm，高齢群 4.47 ± 0.96mm，矢状方向：若年群 5.83 ± 1.52mm，高齢群 7.04 ± 1.96mm）は，ともに

高齢群で有意に高かった。さらに形状識別正答率（若年群 78.00±16.31%, 高齢群 58.24±13.39%（平均値 ±SD)）は，高齢群で有意に低かった。

本研究により，加齢に伴い舌背中央部の触覚，二点識別覚や形状識別覚は低下することがわかった。この原因として加齢による舌粘膜組織の生理的変化や感覚中枢をはじめとする中枢神経系の機能低下が関与していると考えられる。高齢者は一般に咀嚼や嚥下において不利な条件下にあることが示唆される。

【緒　　言】

超高齢社会を迎え，摂食・嚥下障害を持つ人達が増加している。摂食・嚥下障害の多くは，脳血管障害など他の疾患を原因として二次的に発生する[1)]。しかし，原因疾患が特定できずに廃用性や加齢に伴う摂食・嚥下機能の全般的な低下から引き起こされるケースもある[2, 3)]。

摂食・嚥下機能の回復を目的としたリハビリテーション医療の現場では，ビデオ嚥下造影検査の導入によりメンデルソン法やシャキア法など主に運動機能の回復を目的としたリハビリテーション法が開発，研究されてきた[4, 5)]。しかし，感覚機能の回復を目的としたリハビリテーション法はほとんど存在しない。

口腔感覚は食品の物性の認知のほか，咀嚼運動の調節にも大きく関わっている[6, 7, 8, 9)]。このため，口腔感覚機能が低下すると，食物のおいしさや味わいが減少するだけでなく，食塊形成や移送のコントロールが十分にできなくなる[6, 7, 8, 9)]。さらに，嚥下反射の遅延や消失などが生じ，誤嚥や窒息を引き起こす要因となりうる[3)]。したがって，摂食・嚥下機能のリハビリテーションを実施する際には，運動機能のみならず感覚機能の回復をも目標として行なうことが望ましいと考えられる。

口腔感覚を発現する諸器官のうち，特に舌は食塊の形成や移送，味覚の発現，物性の認知など，摂食・嚥下の各段階において重要な役割を担っている[7, 10)]。舌の感覚のうち味覚の特性や，その加齢変化については多くの報告がある[11)]。しかし，味覚以外の体性感覚（触覚，温度覚, 食物の質感覚など)については，手指や他の口腔諸器官と同様に感覚受容器や神経の分布密度が高く，感覚閾値が低いことが，主に健康な若年者において報告されている[6, 7, 12)] のみで, 摂食・嚥下障害の発生頻度の高い高齢者における定量的な報告は, わずかしかない[12, 13)]。

そこで本研究では，若年者と高齢者において舌の体性感覚の鋭敏度について定量的な評価を行い比較した。舌の中でも，食塊の形成や送り込み，さらには，食物の物性や位置，形状などの認知に重要な役割を果たす舌背中央部において，触覚閾値，二点識別閾値および，形状識別能力を測定し，加齢による変化について調べた。

【対　　象】

若年群と高齢群の２群で，データを採取し，比較検討した。若年群は 18 ～ 23 歳の 20 名(男性 9 名, 女性 11 名, 平均年齢 21.0±1.2 歳)，高齢群は 67 ～ 78 歳の 17 名（男性 4 名，女性 13 名，平均年齢 70.4±3.0 歳）であった。

被験者には，実験を行う前に，研究の概要，目的，方法，注意事項，データ管理の方法等の説明を行い，書面による同意を得た後，本実験の被験者として適するかを判定するためのアンケート調査を行った。被験者の具体的な選定条件は，①摂食・嚥下機能をはじめとする顎口腔機能に異常がないこと，②味覚異常がないこと，③舌の感覚低下や舌に病変がないこと，④糖尿病，脳卒中，膠原血管病の既往がないこと，⑤高頻度の口渇の副作用がある薬を服用していないこと，⑥総義歯未使用であること, ⑦過去１年以内の喫煙がないこと, ⑧大量アルコール飲用またはアルコール中毒症がないこととした。

なお，本研究は，新潟リハビリテーション大学院大学倫理委員会の承認を得て実施した。

【方　　法】

適度な照明があり雑音の入らない部屋で，被験者をリクライニング車椅子に座らせて実験を行なった。舌に刺激を加えやすいよう，車椅子の背もたれの角度は約 50 度に設定した。舌の体性感覚のみで刺激を認知してもらうために，被験者にはアイマスクを着用させ視覚的情報を遮断した（図１）。



図１　被験者の姿勢
リクライニング車椅子の背もたれの角度を約 50 度にして着座させた



図２　刺激を加えた部位
円部分が舌背中央部（刺激を加えた部位）

被験者には，わずかに開口させ，舌を突出してもらい，術者が舌の先端部より約３cm 後方の舌背中央部に各種の刺激を加えた（図２）。実験中，開口している時間が長いと，口腔乾燥により感覚閾値が上昇する可能性があるので[2]，測定項目が変わるたびに，被験者には蒸留水で口を漱いで潤すように指示した。

測定は，触覚閾値，二点識別閾値，形状識別の三項目とした。なお，いずれの測定においてもデータ採取前に被験者に十分な練習を行わせ，判別・回答のし方をあらかじめ修得させておいた。各測定方法は以下の通りである。

１）触覚閾値

測定には Semmes Weinstein Von Frey Aesthesiometer（ニューロサイエンス（株）製，以下「SW 知覚テスター」という）を用いた。SW 知覚テスターは太さの異なるナイロン製のフィラメント 20 本から成り，0.008 ｇから 300 ｇまでの間で 20 種類の強さの触圧覚刺激を行える検査器具である。

術者が SW 知覚テスターを保持し，被験者の舌背中央部 2.5cm の高さから 1.5 秒かけて垂直に降ろし，1.5 秒かけてフィラメントがたわむまで押し当て，1.5 秒かけてもとの位置に戻す方法で触刺激を加えた（図３）。刺激を加える際のこのような時間経過等は，SW 知覚テスターを使って手の触覚閾値を求めた過去の実験[14]に準じたものである。



図３　触覚閾値の測定
矢印で示すのが SW 知覚テスター

被験者には，「舌が触られている」と感じたら挙手をするように指示した。刺激は弱いもの（細いフィラメント）から順序よく強いもの（太いフィラメント）となるように行っていった。被験者が「触られている」とはじめて感じたときに使用していた SW 知覚テスターのフィラメントに記載されている数値（ｇ）を便宜上の触覚閾値とした。

触覚閾値を求める実験は，被験者ごとに５回ずつ行い，最大値と最小値を除く３回の測定値の平均値を触覚閾値の代表値とした。

２）二点識別閾値

測定には大型デバイダー（ケイズドラフト社製，No.852）の針先を研磨で丸く加工したものを用いた。

開いたデバイダーの針先を２点もしくは１点で約３秒間，被験者の舌背中央部に触覚閾値以上の強さで当てた（図４）。刺激直後に，刺激が２点であったか１点であったかを口頭により回答させた。刺激は針先の間隔が狭い状態から１mm ずつ広げるように行っていった（上昇法）。被験者が「２点か１点か」を，はじめて識別できるようになった時の針先の間隔を，便宜上の二点識別閾値とした。高齢群への負担を配慮し，実験は上昇法のみを採用した。



図４　二点識別閾値の測定
ディバイダーを使用して，矢状方向の測定をしているところ

閾値は，被験者ごとに５回ずつ測定し，最大値と最小値を除く３回の測定値の平均値を二点識別閾値の代表値とした。

また，この測定では，舌正中線から水平方向（横）に針先を当てる実験と矢状方向（縦）に針先を当てる実験の２通りを行った。

３）形状識別

実験には２種類の小ピースを用いた。小ピースは木製で厚さ１mm の舌圧子をカットして作成し，１つは直径約 1.5cm の正円形（以下，円形という。），もう１つは一辺が約 1.5cm の正方形（以下，四角形という。）とした。若年群における予備実験で種々の大きさや形状の小ピースを用い形状識別を行わせた結果，正答率が比較的高くなる適当な大きさ，形状を本実験の小ピースに適用した。小ピースはデバイダーに取り付け，口腔内にピースが残

らず，着脱がスムーズに行えるようにした（図５）。



図５　形状識別の測定
四角形の小ピースで刺激を行っているところ

術者が被験者の舌背中央部に２種類の小ピースを押し付け，その形状を被験者に識別させる方法で形状識別能を評価した。まず一方の小ピースを全面が舌に触れるよう触覚閾値以上の強さで押し付けた。この時，舌のみでの識別能をみるために，小ピースが舌以外に触れないように注意して刺激を行うとともに，被験者には刺激中，舌運動を行わないように指示した。１つの小ピースの刺激時間は３秒とし，刺激後 10 秒以内に円形か四角形かを口頭で回答させた。勘による回答がないように，識別できない場合は不正解とした。このように，２種類の小ピースをランダムに舌上においていき，そのつど形状を識別して回答させる方法で 10 回測定した際の正答率を求め，形状識別の代表値とした。

４）統計学的解析

前述した３種類の測定から得られた代表値を用い，若年群と高齢群における感覚の鋭敏さを比較した。このため，２群間において代表値の分散が等しいかどうかを検定し，分散が等しい場合は t 検定を行い，分散が等しくない場合は，Welch 検定を行った。有意水準は５％とした。

さらに，Pearson の相関係数を用いて，３種類の測定値の相関を調べた。相関を調べる際には，各測定において若年群と高齢群の値をまとめて判定した。また，形状識別については正答率を誤答率へと変換することで，触覚閾値や二点識別閾値の数値のもつ意味合いと同じになるようにした。すなわち，値が小さくなるにつれて感度が良好になるよう統一した。有意水準は５％とした。

【結　　果】

若年群と高齢群における各測定結果を図６～９に示す。

１）触覚閾値

若年群の代表値は最小 0.012 g，最大 0.060 g，平均 0.035±0.013 g（以下すべて平均値 ±SD）であった。高齢群の代表値は最小 0.020 g，最大 0.307 g，平均 0.141 ± 0.091 g であった（図６上）。

若年群と高齢群の閾値を比較するために Welch 検定を行ったところ，p = 0.0002 となり，高齢群で有意に高い結果となった（図６下）。

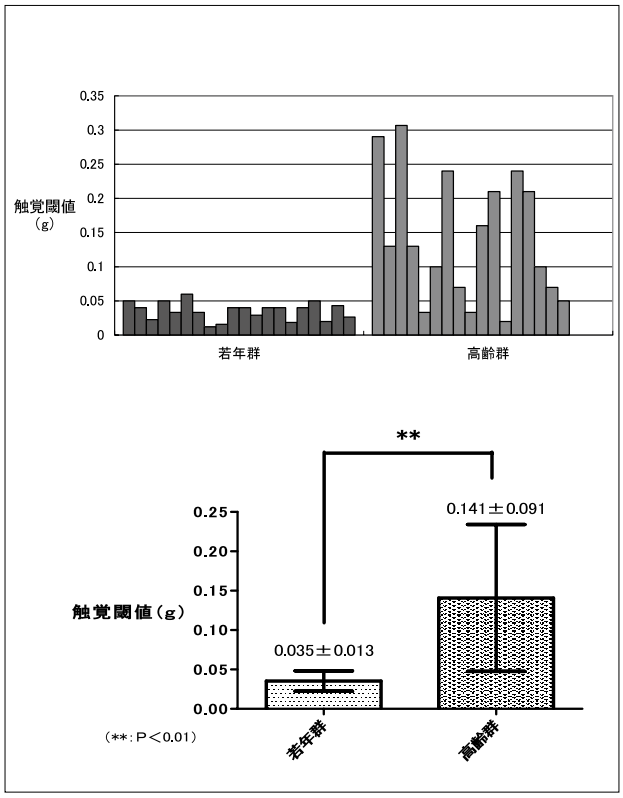


図６　若年群と高齢群における触覚閾値の比較

また，若年群では値のばらつきが小さいのに対して，高齢群では最大値と最小値の差が大きく，ばらつきも大きかった。

２）二点識別閾値

①水平方向

若年群の代表値は最小 1.33mm, 最大 6.33mm, 平均 3.00 ± 1.09mm であった。高齢群の代表値は最小 3.00mm, 最大 6.67mm，平均 4.47±0.96mm であった（図７上）。

若年群と高齢群の閾値を比較するために t 検定を行ったところ，p = 0.0002 となり，高齢群で有意に高い結果となった（図７下）。

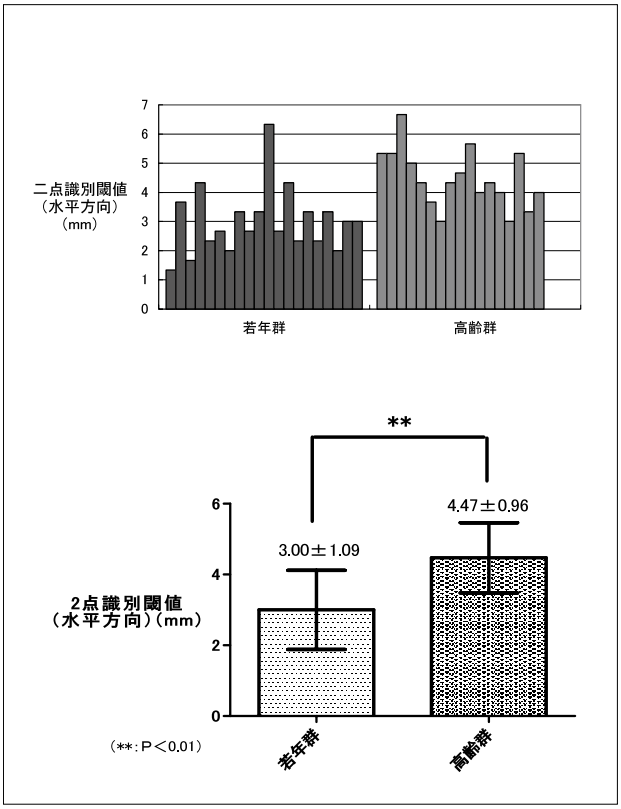


図７　若年群と高齢群における二点識別閾値（水平方向）の比較

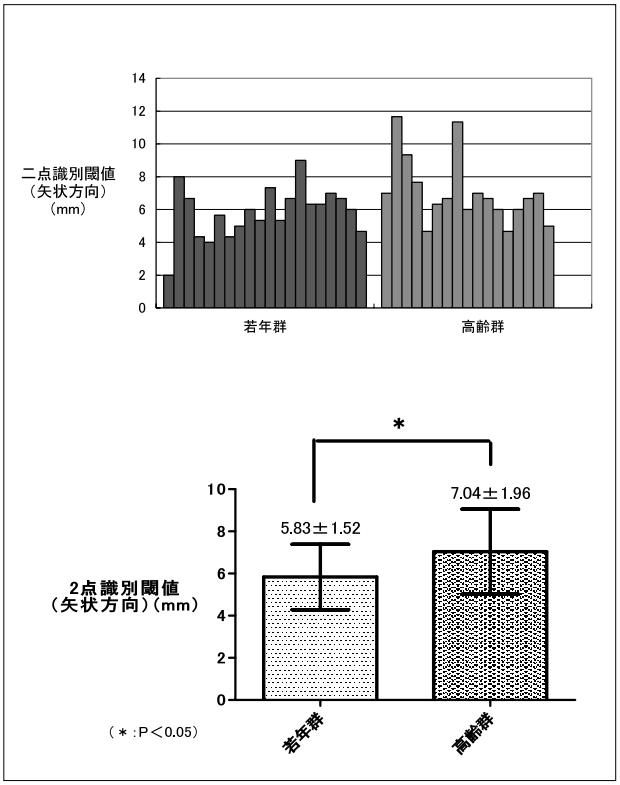


図８　若年群と高齢群における二点識別閾値（矢状方向）の比較

また，若年群で最大値と最小値の差が大きかったが，この理由は，若年群で１名の閾値が平均値よりとび抜けて高い値であったためである。

②矢状方向

若年群の代表値は最小2.00mm, 最大9.00mm, 平均5.83 ± 1.52mm であった。高齢群の代表値は最小 4.67mm, 最大 11.67mm，平均 7.04 ± 1.96mm であった（図８上）。

若年群と高齢群の閾値を比較するためにｔ検定を行ったところ，ｐ = 0.0478 となり，高齢群で有意に高い結果となった（図８下）。

若年群，高齢群ともに最大値と最小値の差は，7.00mm と等しかったが，高齢群は値のばらつきが大きかった。

３）形状識別

若年群の正答率代表値は最小 50%，最大 100%，平均 78.00 ± 16.31 % であった。高齢群の正答率代表値は，最小 30 %，最大 90 %，平均 58.24 ± 13.39 % であった（図９上）。

若年群と高齢群の正答率を比較するために，ｔ検定を行ったところ，ｐ = 0.0004 となり，高齢群で有意に形状識別能が低かった（図９下）。

若年群で正答率 100%の者が５名いたのに対し，高齢群では１名もいなかった。

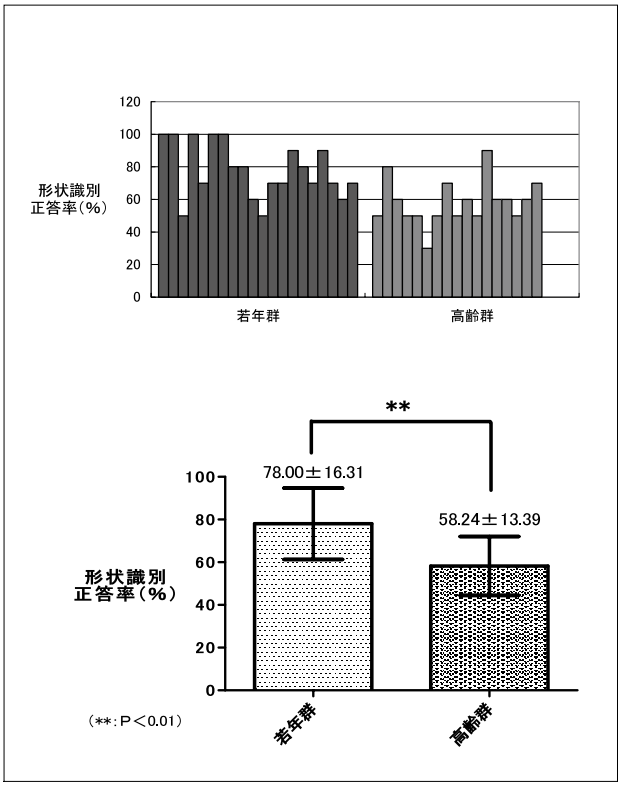


図９　若年群と高齢群における形状識別正答率の比較

4）３種類の測定値間の相関

触覚閾値，二点識別閾値，形状識別正答率の測定値間で相関を調べたところ，有意な相関を示した組み合わせは，相関係数が高いものから順に，二点識別閾値の水平方向と矢状方向： r = 0.4698（p < 0.01），触覚閾値と二点識別閾値の水平方向： r = 0.4679（p < 0.01），触覚閾値と形状識別： r = 0.4138（p < 0.05），二点識別閾値の水平方向と形状識別: r = 0.3752(p < 0.05)であった。

また，有意な相関を示さなかった組み合わせは，触覚閾値と二点識別閾値の矢状方向: r = 0.2742（p > 0.05），形状識別と二点識別閾値の矢状方向： r = 0.1457（p > 0.05）であった。

【考　　察】

現在，臨床現場には多くの摂食・嚥下障害者がいる。この障害は，さまざまな理由で生じるが，廃用性や加齢に伴って摂食・嚥下機能が全般的に低下することから引き起こされるケースも少なくない。超高齢社会を迎え，こうした摂食・嚥下障害を持つ人達が今後ますます増加していくと予想されるなかで，摂食・嚥下に関する機能回復を目的としたリハビリテーション的アプローチ方法として，運動機能面への評価法や訓練法はあるものの，感覚機能面に関しての評価法や訓練法はほとんど存在しない。その理由の一つとして，口腔感覚について定量的な解析を行った研究が少ないことが考えられる。特に加齢による口腔感覚の変化を報告した研究は，わずかしかない[12, 13]。そこで，本研究では，加齢に伴う口腔感覚，特に舌の体性感覚の変化を，若年群と高齢群で採取したデータを比較することにより検討した。

摂食・嚥下機能に関与する器官は多数存在する。そのうち口蓋は舌と協力して食塊を押しつぶす働きがあるが，形状認知には，ほとんど関与しないという報告がある[15]。そして口腔内の食塊の形状認知に必要な情報の主体は舌から入力される情報であるといわれている[6]。咀嚼時の舌運動を５相に分けて分析したShafik Abd-El-Malek[10]の研究では，舌の中でも，舌背中央部が食物の形状認知や食塊形成を含めた移送制御に大きく関与すると報告している。

そこで本研究では舌背中央部に焦点をあて，若年群と高齢群において複数の定量的体性感覚の測定を行い，比較検討した。その結果，触覚閾値および二点識別閾値は高齢群の方が高く，形状識別能力は高齢群の方が劣っていた。すなわち，加齢により舌背中央部の体性感覚機能は低下することが示唆された。

本研究のような感覚閾値を調べる実験では，被験者の感じたままを口頭で回答させるため，主観的な要素が混入しやすい。このため，本研究では被験者に，判別，回答のし方を，あらかじめ十分な練習により修得させておき，データの信頼度や客観性を高めることとした。

1）触覚閾値

舌の触覚閾値を測定した過去の研究では，測定部位が本研究とは少し異なっている。

木村[16]は平均年齢23.6歳の若年健常者62名を対象とし，舌背中央部から１cm側方へずれた場所で測定している。閾値の単位はfilament marking（以下FM値という）として表示されているが，これをグラムに換算すると，触覚閾値の平均は0.036 gとなる。本研究で検出された若年群の触覚閾値の平均は0.035 gであり，ほぼ同様の閾値が検出されたといえる。さらに，望月[17]は平均年齢30.1±6.2歳の若年健常者30名を対象とし，舌背前方部（舌尖から２cm後方）と舌背後方部（舌尖から４cm後方）の２箇所で測定している。FM値をグラムに換算した触覚閾値は，舌背前方部で0.034 g，後方部で0.038 gであった。本研究では，望月[17]が測定した２箇所の中間地点である舌尖から３cm後方で測定し，0.035 gの閾値が得られた。本研究では上昇法のみで閾値の測定を行ったが，木村[16]や望月[17]の測定値と類似しており，測定は適切に行なわれたと考えられる。また本研究の目的は，若年群と高齢群の値を比較することにあった。高齢群にとっては実験時間が長くなると負担となるので，下降法は行わないこととし，また，実験条件を若年群と高齢群で同一にするため，両群とも上昇法のみで閾値を採取する方法とした。

舌の粘膜下固有層には，触・圧覚を感受する感覚終末が豊富に存在し[7, 18]，身体の各部位の中でも特に触・圧覚の鋭敏な部位である。その感覚は前方の舌尖部で鋭く，後方へいくにつれて鈍くなり，さらに咽頭腔の入口近くで再び鋭くなる[7]。また，正中から外側にいくにつれて鈍くなる[7]。若年群の触覚閾値について，前述した木村[16]と望月[17]の研究結果と本研究の結果を対応させると，鋭敏度の分布状況は，その通りとなる。

Teranaka[19]らも最近の研究で，SW知覚テスターを用いて，舌の触覚閾値測定を行い，健常成人と高齢者で比較を行なっている。その結果，高齢者群で有意に閾値の上昇が見られたと報告していて，本研究結果を支持するものである。

2）二点識別閾値

Avivら[20]とCalhounら[21]は舌尖部において，若年群と高齢群で二点識別閾値を測定し，両群の閾値に有意差はなかったとしている。Avivら[20]は左右舌背側縁部でも測定を行っており，若年群で平均4.08mm，高齢群で平均4.97mmと，舌背側縁部では高齢群で有意に閾値

が高かったと報告している。

本研究では舌尖部より３cm 後方の舌背中央部で測定を行い，水平方向（若年平均：3.00mm，高齢平均：4.47mm）と矢状方向（若年平均：5.83mm，高齢平均：7.04mm）の何れも，高齢群で有意に閾値が高かった。

過去の研究と本研究を合わせて考えると，舌内でも舌尖部では加齢に伴う閾値の変化はほとんどないが，舌背中央部や側縁部などでは，加齢に伴って閾値が上昇している。舌前方部の体性感覚受容器が密で感覚が非常に鋭い部位は，加齢による閾値の変化が起こりにくいが，感覚が前方部より劣る後方部では，加齢により閾値が上昇する結果となった。すなわち，受容器が多く存在する部位ほど，加齢変化に対する代償的な働きも強くなるため，機能低下（閾値の上昇）が起こりにくいと考えられる。

また，水平方向での測定と矢状方向での測定結果を比較すると，若年群と高齢群ともに矢状方向で測定した方が，有意に閾値が高かった。両群を合わせた平均値は，水平方向の測定で 3.68mm，矢状方向の測定で 6.39mm であり，同じ舌背中央部でも測定方向（開いたディバイダーの先端を当てる向き）によって閾値は大きく異なっていた。河村らが舌背の二点識別閾値を水平方向と矢状方向で測定した研究でも，矢状方向に測定した場合の方が，閾値が高かったと報告している[22]。

これは，舌の前２／３の体性感覚を司っている舌神経の分枝に関係があると考えられる。左右側の舌神経終枝は舌尖部では交錯するのに対し，舌背部では，舌中隔を超えて反対側に到達する神経枝は見られないことが報告されている[23]。閾値を水平方向に測定する場合は，舌正中線をまたいで測定することになるので，触覚刺激の情報は左右の異なる神経枝を上行することになる。このため，２点の刺激が加わった場合は，中枢で異なる部位からの入力である，すなわち２点の刺激であるということを識別しやすかったと考えられる。

３）形状識別

口腔内にある物体の形状識別に関する過去の研究では，さまざまな形状のピースが使用されている。河岸らは平均年齢 24.5 歳の若年被験者 89 名に対して，20 種類のテストピースから提示されたピースをポインティングする方法で形状識別を行わせたところ，正答率は正方形で 91.6％，正円形で 89.6％であった[15]。Calhoun ら[21]は９種類のテストピースを用いて実験を行なったところ，形状識別の正答率は，平均年齢 28.4 歳の若年群で 94.44％，平均年齢 73 歳の高齢群で 83.36％であった。加齢により正答率が低下する点は，本研究と同様の結果であった。

また，形状識別の正答率は，いずれの先行研究も本研究結果より大幅に上回っていた。先行研究ではピースを舌上に載せたあと，舌を自由に動かして形状の識別を行わせたため，正答率がよかった可能性がある。本研究では舌を静止したままの状態で舌上のピースの形状を識別させる実験を行った。予備実験の段階でピースの大きさを小さくしたり，形状の種類を増やしたりすると，ほとんど正答できなくなったので，本研究のピースは他の研究のピースよりも少し大きめとし，種類も２種類のみとした。

実際に舌は運動しながら物を探索して知覚することが多く，舌を動かすときの運動情報も舌の感覚の鋭敏性に関与している可能性があるといわれている[6]。すなわち舌を動かして物にさわった場合と，単に物が舌に触れた場合とを比べると，舌を動かした場合のほうが認知能は高いということである。このような情報処理は運動中枢から舌を動かす運動命令の一部がコピーとして感覚中枢に送られ，舌に生じた感覚情報とを統合して対象の性状を認知することにより行われる。この場合は，高次中枢である大脳皮質での処理によると考えられる。

さらに，提示されたピースを口腔内で動かして識別を行う研究方法は，通常摂食時の食物形状認知の状況に，より近いが，口蓋や頬・歯肉等の粘膜感覚や歯根膜感覚の影響が加わる可能性がある。また純粋に舌による認知なのか，さらには，舌の中のどの部位の感覚が関係しているのか等の判断も難しくなると予想された。そこで本研究では特定の舌背中央部にピースを載せ，舌を動かさずに判定させる方法を採用した。実際，口腔内に取り込まれた物体の形状識別の際には，舌が主体的に関与していて，口蓋の感覚情報は影響が無いとする報告[15]がある一方で，口蓋の感覚情報も形状識別にある程度は関与しているとする報告[24～26]もあり，見解が一致していない。

舌による形状識別は複合感覚として表在感覚と深部感覚を頭頂葉で統合し行うといわれている[27]。本研究により，表在感覚の鋭敏さを表す触覚閾値や二点識別閾値は加齢に伴って上昇することが明らかになった。加齢による形状識別正答率低下は，加齢による表在感覚の鈍化にも起因しているといえる。また，表在感覚が比較的鋭敏であっても，形状識別正答率が低い者もいた事から，表在感覚と深部感覚の情報が脳で統合される際に複雑な修飾がかかっていることも示唆される。そして，加齢により中枢神経系の機能が衰えるとともに，この統合機能も低下することで，形状識別がうまくいかなくなると考えられる。

４）各測定の相関

体性感覚の鋭敏さは，その部位に存在する感覚受容器の数や密度によって決まるが，上皮や粘膜の組織学的特性，物理学的特性により，加えられた刺激に対する反応

は大きく異なると言われている。そのため生理学的には，感覚の鋭敏さは感覚刺激の閾値，二点識別閾値，感覚反応の大きさ，感覚点の分布などを総合して評価される。

各測定値をそれぞれ Pearson の相関を用いて検討した結果，触覚閾値と二点識別閾値水平方向及び形状識別能力は相互に相関していた。しかし，二点識別閾値矢状方向と相関を示したのは，二点識別閾値水平方向だけであった。よって，舌体性感覚の測定において二点識別閾値を調べる場合は，矢状方向ではなく，水平方向の測定を用いて行った方が，触覚や形状識別力を予測しやすい，すなわち，体性感覚の鋭敏さを判定しやすいと考えられる。

5）加齢変化

本研究により，加齢に伴い舌背中央部の触覚，二点識別覚や形状識別覚は鈍化することがわかった。

舌などの粘膜感覚の感度は粘膜上皮の厚さ，角化度によっても変わるといわれている[7]。そのため，加齢によって，感覚閾値が上昇した原因の一つには，こうした粘膜組織の生理的変化が関与していることが示唆される。さらに，末梢組織の変化だけでなく感覚中枢をはじめとする中枢神経系の機能低下も関与していると考えられる。

触覚，二点識別覚では全体的に若年群よりも高齢群の閾値が高く感度が鈍くなっていたが，高齢群の被験者の中には，若年群の被験者と同等か，それ以上の感度を示すものもいた。それは粘膜組織の生理的変化や，中枢神経系の機能低下に個人差があることも一つの要因になっていると考えられる。しかし，高齢群で突出して触覚閾値が鋭い者が，二点識別閾値や形状識別覚も鋭いとは限らず，逆に形状識別覚が鋭い者が他の検査でも優れているというわけではなかった。従って単純な個人差というよりも，背景には複雑な要因があることが予想され，今後さらに詳細に調べていく必要がある。

6）今後の展望

本研究では舌背中央部の体性感覚の鋭敏度について測定を行い，加齢により閾値が上昇，すなわち感度が鈍くなることが明らかになった。しかし，舌尖部では加齢による閾値の上昇がないとの報告があり[20,21]，食塊形成や，食物の物性，位置，形状などの認知には舌背中央部のみならず，多数の部位が関与していることを鑑みて，舌の他の部位あるいは口腔内の他の器官でも加齢による感覚の変化があるかについて検討する必要がある。また，咀嚼運動など口腔器官の運動に伴って，感覚がより鋭敏になることから[6,8,9]，本研究のように舌を突出させ静止した状態での計測のみならず，より摂食時に近い条件で測定を行い検討する必要がある。

本研究から，加齢により舌背中央部の体性感覚の鋭敏度が低下することが明らかになり，そのことは摂食嚥下機能の低下にもつながると考えられるが，そこからただちに摂食嚥下障害が引き起こされるかどうかは，今後詳細に検討していかなければならない。その際，加齢による口腔感覚の変化が，高齢者における捕食，咀嚼や食塊の移送，嚥下などにどのように影響しているかについて，明らかにしていく必要がある。

【結　　論】

健康な若年者 20 名と高齢者 17 名に対して，舌背中央部の触覚閾値測定，二点識別閾値測定，形状識別測定を行い，以下の結論を得た。

1．舌背中央部の触覚，二点識別覚，形状識別能は，加齢に伴い低下することが分かった。
2．二点識別閾値は，若年・高齢に関わらず矢状方向より水平方向で測定した閾値の方が低かった。
3．触覚閾値の鋭敏さと二点識別閾値（水平方向）の鋭敏さ及び形状識別正答率は相互に有意な相関が見られた。

加齢に伴い，舌の体性感覚機能は低下することが明らかになった。この結果から，高齢者は一般に咀嚼や嚥下において不利な条件下にあることが示唆される。

【引 用 文 献】

1）山田好秋：よくわかる摂食・嚥下のメカニズム．122-127 頁，医歯薬出版株式会社 , 2004.
2）松尾浩一郎：摂食・嚥下機能に対する加齢の影響．Modern Physician，26（1）：11-14，2006.
3）藤井航，馬場尊，才藤栄一：廃用と関係する嚥下能力低下．Geriatric Medicine，40（2）: 223-227，2002.
4）Kahrilas PJ, Logemann JA, Krugler C, Flanagan E：Volitional augmentation of upper esophageal sphincter opening during swallowing. Am J Physiol, 260 (3 Pt 1): G450-6，1991.
5）Shaker R, Easterling C, Kern M, Nitschke T, Massey B, Daniels S, Grande B, Kazandjian M, Dikeman K: Rehabilitation of swallowing by exercise in tube-fed patients with pharyngeal dysphagia secondary to abnormal UES opening. Gastroenterology, 122（5）: 1314-21，2002.
6）森本俊文：口腔の生理からどうしてを解く．8-10 頁，デンタルダイヤモンド社，2007.
7）中村嘉男，森本俊文，山田好秋：基礎歯科生理学 第 4 版．267-289 頁，293 頁，337-341 頁， 医歯薬出版株式会社，2005.

8）中村嘉男：咀嚼する脳．22-25 頁，医歯薬出版株式会社，2005.
9）金子芳洋 他：食べる機能の障害 その考え方とリハビリテーション．6-7 頁，医歯薬出版株式会社，1987.
10）Shafik Abd-El-Malek: The part played by the tongue in mastication and deglutition. Journal of Anatomy, 89 (Pt2): 250-254，1955.
11）楢崎有季子，堀尾強：高齢者の味覚に関する研究．栄養学雑誌 ,64（6）：339-343，2006.
12）金子芳洋：障害児者の摂食・嚥下・呼吸リハビリテーションその基礎と実践．197-235 頁，医歯薬出版株式会社，2005.
13）Baum BJ et al：Oral physiology. In：Geriatric Dentistry－Aging and Oral Health－ (Papas AS et al ed). Inc：80，Mosby－Year Book, 1991.
14）Werner JL, Omer GE:Evaluating cutaneous pressure sensation of the hand. J.Occup. Ther, 24: 347-356，1970.
15）河岸重則，神房次，吉野賢一，天野仁一郎：若年者における舌の立体認知能．　九州歯会誌, 61(1)：16-22，2007.
16）木村領太：SW 知覚テスターを用いた舌の知覚の正常値に関する研究．東京歯科大学 平成 19 年度卒業論文，2008.
17）望月美江：口腔粘膜の温覚，冷覚，触覚閾値の定量的評価．日本口腔科学会雑誌，56（6）：247-284，2007.
18）Willard R.Zemlin：ゼムリン言語聴覚学の解剖生理 原著第 4 版．377-378 頁，医歯薬出版株式会社，2007.
19）Teranaka S, Shibaji T, Minakuchi S, Uematsu H: Age-related changes in oral mechanosensitivity of symptom-free subjects. J Med Dent Sci, 55(1): 61-69, 2008.
20）Aviv JE et al: Surface sensibility of the floor of the mouth and tongue in healthy controls and in radiated patients. Otolaryngology Head and Neck Surgery, 107：418-423，1992.
21）Calhoun KH et al: Age－related changes in oral sensation. Laryngoscope, 102：109-116，1992.
22）河村洋二郎：食品の物性 第 2 集（山野善正，松本幸雄編）．85 頁，食品資材研究会，1976.
23）緒方重光，峰和治，他：舌下神経と舌神経の舌内走行と交通枝．形態･機能，4（2）：47-52，2006.
24）Engelen L，Prinz JF，Bosman F: The influence of density and material on oral perception of bell size with and without palatal coverage. Arch Oral Biol, 47: 197-201，2002.
25）松本範雄，鈴木哲也：高齢者の咀嚼・咬合・嚥下機能の特異と生体適合性の解析．岩手医科大学 先進歯科医療研究センター 平成 18 年度 ハイテク・リサーチ・プロジェクト.
26）鈴木哲也：口蓋の被覆と嚥下口腔期の舌機能および口腔感覚の関連．岩手医科大学 先進歯科医療研究センター 平成 18 年度 ハイテク・リサーチ・プロジェクト.
27）小山珠美：急性期医療から地域生活まで実践できる脳損傷に伴う摂食・嚥下障害．35-37 頁，経口摂取標準化ガイド 日総研，2005.

【謝　　辞】

研究に快くご協力いただきました，新潟大学歯学部，新潟リハビリテーション専門学校，亀田第一病院のみなさまに深謝致します。

また，統計方法の指導をいただきました新潟大学歯学部口腔衛生支援学講座八木稔准教授に深く感謝致します。

「本論文の要旨は，第 10 回日本言語聴覚士学会学術大会（平成 21 年 6 月岡山）と第 15 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会（平成 21 年 8 月愛知）において発表した。」