

## 声調の音響的特徴の言語間対照 —中国語とタイ語—

益子幸江  
(東京外国語大学)

声調言語では声調の型が複数あり、1音節に1つの声調が付与される。これらの型については言語内で研究が行われてきたが、声調としての共通の特徴について検討するような横断的な研究は行われてこなかった。本研究では音響特徴量である基本周波数を抽出し、この情報を共通の手段としてタイ語と中国語の声調について検討した。その結果、1つの声調の型ごとに、かなり一定したピッチカーブの形があることがわかった。しかし一方、例えば「下降」と記述される声調のパターンがピッチカーブの形では中国語とタイ語とで異なっており、声調が言語内で果たす役割が異なっている可能性や、音節構造の違いなども考慮しなければならないことを示唆している。

今後は、三つ目の声調言語として、ビルマ語のデータを加えて検討することと、分析再合成音を用いて聴取実験を行い、ピッチカーブの観察結果をさらに検証する予定である。

### A Contrastive Study on Tones by means of Pitch Contours in Chinese Language and in Thai Language

Yukie Masuko  
*Tokyo University of Foreign Studies*

Most of the analyses of tones so far have been done within a framework of one language, however few have been done cross-linguistically; ones that deal with common features found in some languages. This study examines the tones of Thai and Chinese by means of extracting and comparing fundamental frequency of their syllables.

As a result, a stable pattern is found for each tone as shown in figures in this paper. Pitch patterns for so called "Falling" tone, however, differ between the two languages, which suggests that there might be differences in the role which the tone plays in the languages. Also differences in the syllable structure should be taken account of for further researches.

An examination likewise is now being planned concerning Burmese. Successively, hearing examination using synthesized sound is in preparation.

#### 1 はじめに

音の高低や強弱は、母音や子音とは別に、超分節的要素と呼ばれ、母音や子音の連続の上にかぶさるものであると考えられている。

声調もこの超分節的要素のうちに数えられる。しかし、声調は1音節に付与される音の高低変化で、それによって他の音節と弁別される点で、母音や子音と同じくらい、非常に機能

負担量の大きいものである。これは日本語のアクセントと対照させるともう少しその役割がわかる。

日本語では、子音や母音が並んで1単語ができあがり、その上に音の高低変化の型がかぶさっており、語によって決まった型をとる。しかしこのアクセント型のみが異なる最小対を探すと、対になる語がある場合は日本語の語彙全体から見れば非常に少ない。

これに対し、中国語などの声調言語では、1音節の構成要素の子音1つ、母音1つとほぼ同等に声調が存在し、声調のみが異なる最小対は母音や子音のみが異なる最小対と同じくらいの数が見つかる。このような違いのために、声調が音の高低変化という超分節的要素であるにもかかわらず、分節的要素と同等の重要度を持つと考えられる。

声調の型は、それぞれの声調言語の中でいくつかあり、その研究はその言語の枠組みの中で行われている。しかし、声調という言葉でひとまとまりにされているものであるのなら、声調に共通に見られる特徴があるはずだと考える。声調の知覚には基本周波数情報が主に用いられているので、言語間の対照をするために、共通の手がかりとして、音響的特徴である周波数情報を用いることができると考えた。

言語音はいくつか連続して文のような1発話をなすのが普通であり、普通の状態でどのように現れてくるのかを調べるのが望ましいが、いくつもの連続を無作為に調べても仕方がないので、まず1音節の発話、次に2音節の発話で前後の影響について調べるという手順を踏むことにした。

本研究では、2音節の語の発話を用い、タイ語と中国語の2つの声調言語の対照を行う。

## 2 実験方法

2音節語のリストを、タイ語、中国語についてそれぞれ作成し、native speakerに読み上

げてもらい、録音した。その録音資料を音響分析システム「録聞見」を用いて分析し、ピッチカーブを抽出した<sup>1),2)</sup>。

## 3 タイ語

タイ語には5種類の声調がある。

表1に、声調の型と、声の高さを数字で表したものを掲げる。声の高さは、各自の声域のうち、低い方を1、平常の声を3、高い声を5として表している。

表1 タイ語の声調

声調	調値
第1声調	中平調 33
第2声調	低平調 11
第3声調	下降調 53
第4声調	高平調 55
第5声調	上昇調 35

これらを1音節単独で発音した場合の様子については既に報告した<sup>3)</sup>。

本研究では2音節の語を取り上げ、各声調のピッチカーブがどのように現れているかを検討するが、その際、第1音節で5種類の声調、第2音節で5種類の声調の可能性があるため、合計で25種類の組み合わせができる。これを、第1音節の声調ごとに、また第2音節の声調ごとにまとめ、その声調のピッチカーブの共通点を観察してゆく方法を探る。

なお、ここに述べるタイ語のデータについてはすでに一度報告している<sup>4)</sup>が、後の中国語との対照のために、提示方法を同じにして示すものである。

### 3.1 第1声

第1声は、図1の(a)に第1音節の、(b)に第2音節のピッチカーブを示す。斜線で隠された部分はそれぞれの第2音節、第1音節のピッチカーブが現れているところである。

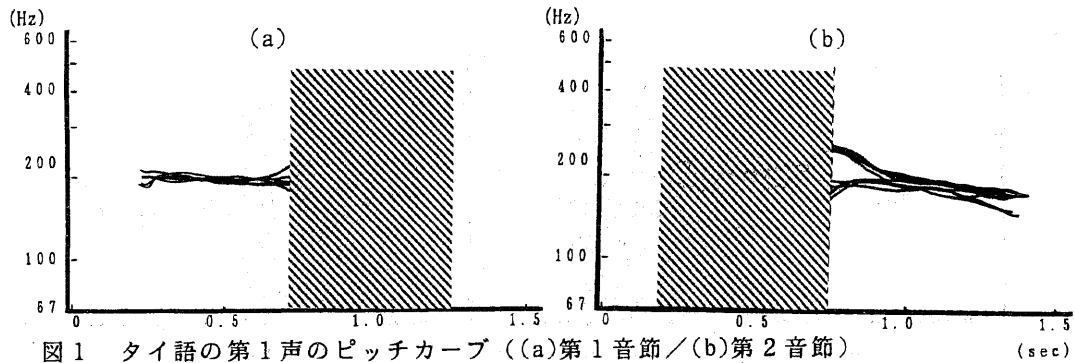


図1 タイ語の第1声のピッチカーブ ((a)第1音節/(b)第2音節)

(sec)

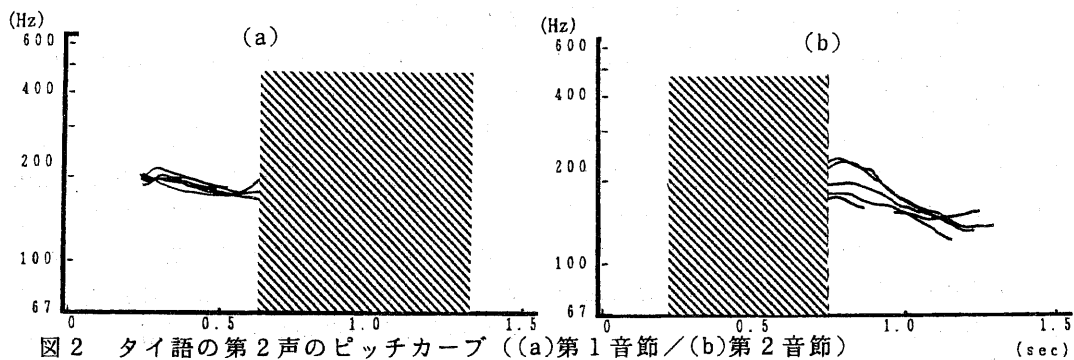


図2 タイ語の第2声のピッチカーブ ((a)第1音節/(b)第2音節)

(sec)

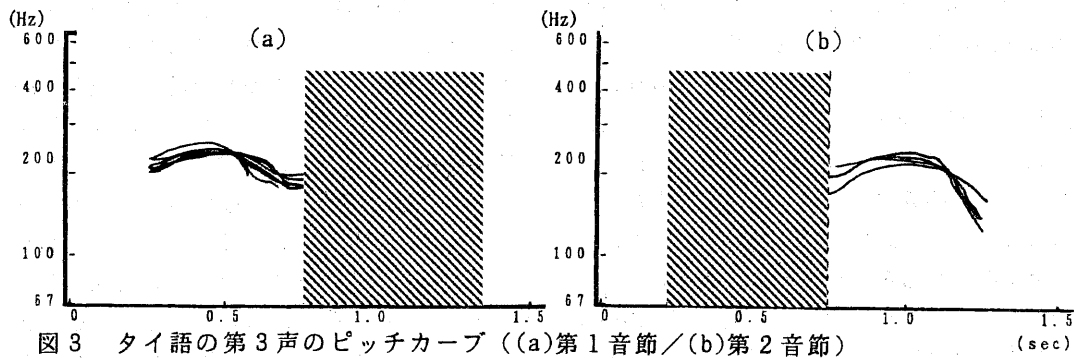


図3 タイ語の第3声のピッチカーブ ((a)第1音節/(b)第2音節)

(sec)

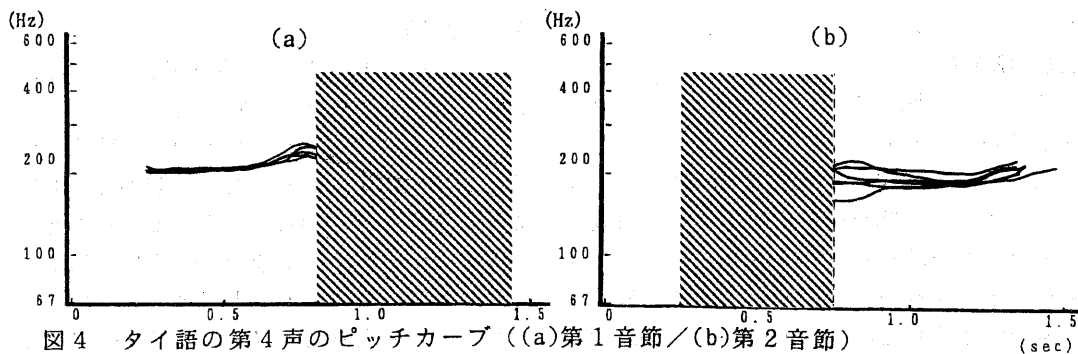


図4 タイ語の第4声のピッチカーブ ((a)第1音節/(b)第2音節)

(sec)

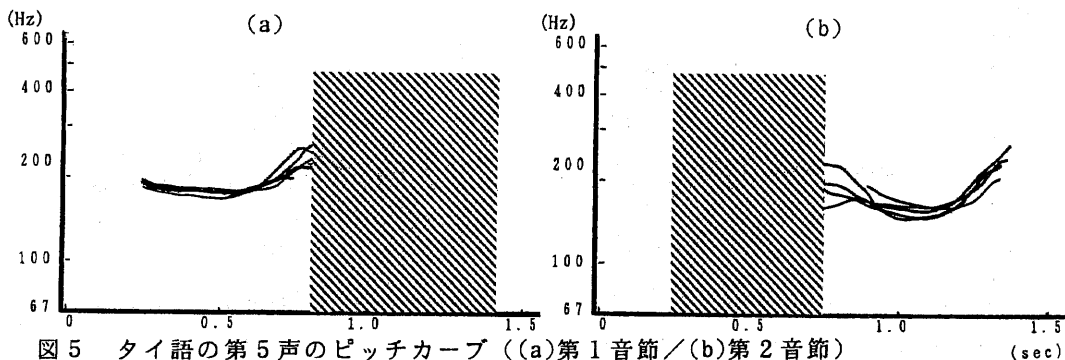


図5 タイ語の第5声のピッチカーブ ((a)第1音節/(b)第2音節)

どちらも、ほとんどまっすぐな線が、少し右下がりになっている。(b)の場合に、最後の下降の傾きが少し大きくなるものが見られる。第1音節からのつながり方は、高終わりの第4声(高平)と第5声(上昇)では、ピークから下降して合流し、低終わりの第2声(低平)と第3声(下降)では、上昇して合流、第1声(中平)からはそのままの傾きで連続してきている。

### 3.2 第2声

第2声は、図2の(a)に第1音節の、(b)に第2音節のピッチカーブを示す。

どちらも、ほぼまっすぐな下降線であること、最後に下がりきった基本周波数値がだいたい一致していることが共通点としてみられる。しかし、下降線の傾きは(a)ではほぼ同じであるのに、(b)では第1音節からのつながりで、始点が高くなる第4声(高平)、第5声(上昇)の方が傾きが大きく、低くなる第1声(中平)、第2声(低平)、第3声(下降)が傾きが小さい。また、最後に傾きのない平らな部分が見られるものがある。

### 3.3 第3声

第3声は、図3の(a)に第1音節の、(b)に第2音節のピッチカーブを示す。

どちらも、前半緩やかな弧を描くように上昇し、後半急な下降カーブを描く。基本周波数値もだいたい揃っている。(b)の第2声+第3声の場合に下降カーブの傾きが緩く、最後の基本周波数値も他の例より高く終わっている。

### 3.4 第4声

第4声は、図4の(a)に第1音節の、(b)に第2音節のピッチカーブを示す。

どちらにも共通する点は、傾きのない直線の部分が見られることである。(a)の場合は最後に小さいながら上昇部分がある。これは、第2音節が低始まりであっても全部に見られるピッチカーブの形である。(b)の場合も最後に緩やかな上昇部分が見られる。第1音節が第1声(中平)では、第1音節のピッチ直線をそのまま延長した高さで傾きでつながってくる。第4声(高平)と第5声(上昇)の高く終わる形の場合は、その高い周波数値から緩やかな下降直線を描くような形になり、第2声(低平)では、低い周波数値からいったん上がってから傾きのない直線へ、第3声(下降)では、下降した周波数値が第1声と同じくらいなのでそのまま傾きのない直線へとつながっている。第2声ほどではないが第1音節の声調にある程度影響を受けた形になっている。

### 3.5 第5声

第5声は、図5の(a)に第1音節の、(b)に第2音節のピッチカーブを示す。

どちらにも共通して見られるのは、緩い下降直線、または下降カーブを描く前半と、上昇カーブを描く後半から成り立っていることである。しかし、(a)では傾きの小さい直線であるのに対し、(b)では弧を描く感じの下降カーブである点が異なる。後半の上昇カーブは傾

きが急であるが、その終わりの基本周波数値はあまり一致していない。傾きが同じ点が共通点であるように見える。

以上、それぞれの声調のピッチカーブの特徴を述べた。ピッチカーブの形にある程度声調固有の特徴があるようであるが、第2声のように、形と同時に、最後に到達する基本周波数値も特徴と考えられるものもあった。また、第1音節と第2音節では始点周波数、ピークの周波数、終点の周波数といった周波数値は異なっている。第1声（中平）+第4声（高平）が途中で傾きを変えずにそのままの直線で現れているなどはそのよい例である。

#### 4 中国語

中国語には4種類の声調がある。5種類目の声調として「轻声」を入れる場合もあるが、轻声は固有の調値を持たないことから今回の分析対象からは外してある。表2に声調の型と調値を示す。

表2 中国語の声調

声調	調値	
第1声	高平ら音調	55
第2声	高昇り音調	35
第3声	低平ら音調	214
第4声	高降り音調	51

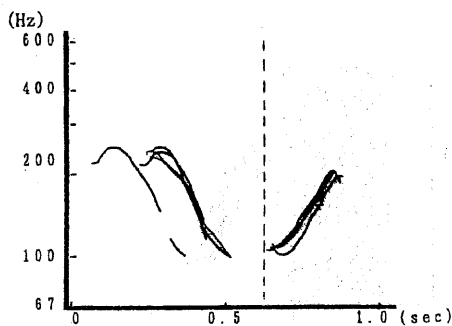


図6 中国語の第4声+第2声

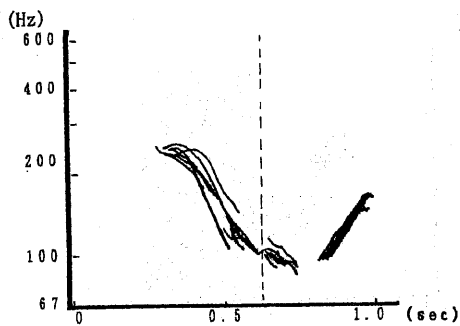


図7 中国語の第4声+第3声

本研究では2音節の語を取り上げ、各声調のピッチカーブがどのように現れているかを検討するが、その際、第1音節で4種類の声調、第2音節で4種類の声調の可能性がある。合計で16種類の組み合わせができる。これを、第1音節の声調ごとに、また第2音節の声調ごとにまとめ、その声調のピッチカーブの共通点を観察してゆく方法を探る。

その際、ピッチカーブの形の観察方法を統一しておく必要がある。図6と図7によく似たピッチカーブを並べて示す。縦に入れられている破線を除けばよく似た下降と上昇のカーブである。しかし、これらは第2音節の声調が異なっており、破線は、第2音節の「開始」と定義することにした、音声波形のくびれの部分である。第1音節はピッチカーブの始まりで、第2音節は以上の定義による音節開始時点でピッチカーブをそろえている。検討の対象にしない音節のピッチカーブの部分には斜線のスクリーンをかけている。

##### 4.1 第1声

第1声は、図8の(a)に第1音節の、(b)に第2音節のピッチカーブを示す。

わずかに右上がりの傾きを持つものもあるが、概ね平坦な直線として現れている。(a)ではその周波数分布には幅があり、第1声が後に続く場合の第1声はその他より低い。

第1音節と第2音節の間の移行部分の形は、始点、終点がそれぞれ高いか低いかで異なり、

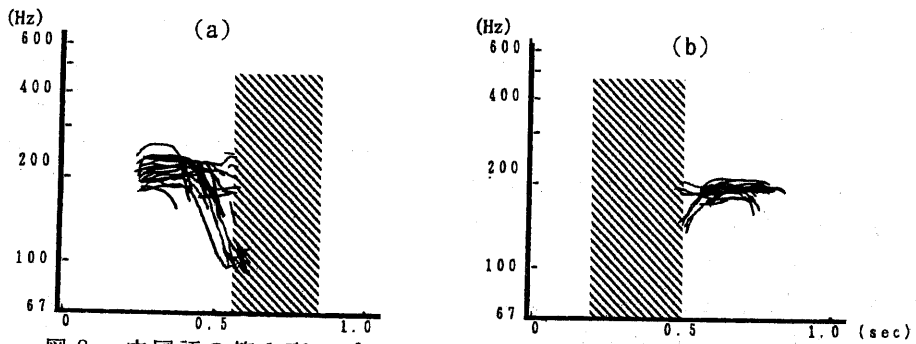


図8 中国語の第1声のピッチカーブ ((a)第1音節/(b)第2音節)

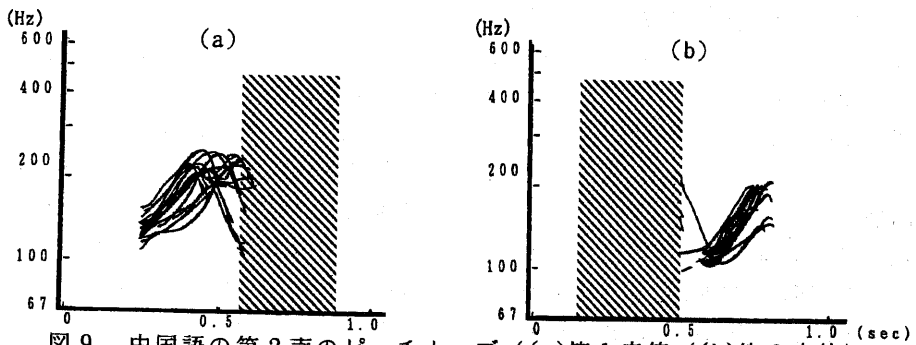


図9 中国語の第2声のピッチカーブ ((a)第1音節/(b)第2音節)

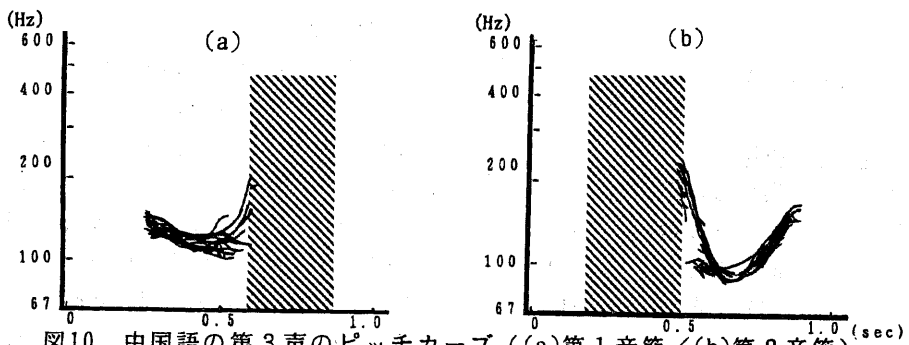


図10 中国語の第3声のピッチカーブ ((a)第1音節/(b)第2音節)

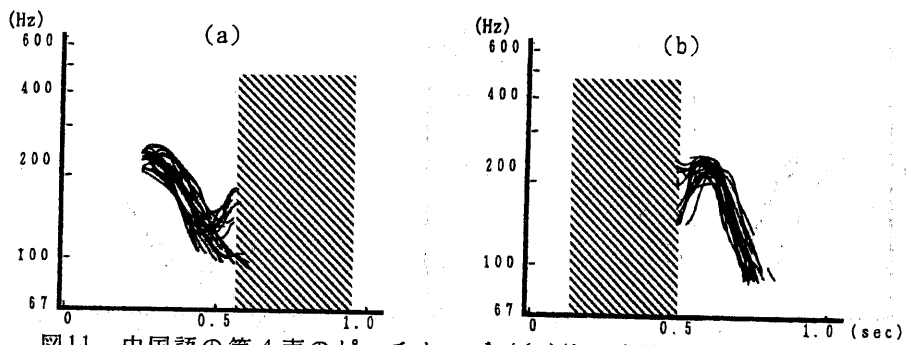


図11 中国語の第4声のピッチカーブ ((a)第1音節/(b)第2音節)

場合に応じて上昇、下降、平坦の形を取る。この点は他の声調でも基本的に変わらない。

#### 4.2 第2声

第2声は、図9の(a)に第1音節の、(b)に第2音節のピッチカーブを示す。

低い周波数から直線的に上昇する。始点周波数とピークの周波数は少しバラツキがある。

(a)では第2音節が第3声の場合に最も頂点周波数が高かった。また、持続時間に少しばらつきが見られる。(b)では第1音節が第1声の場合のピークの周波数値が他の場合より低い。

#### 4.3 第3声

第3声は、図10の(a)に第1音節の、(b)に第2音節のピッチカーブを示す。

第3声+第3声の組み合わせでは、第1音節の第3声が半3声と呼ばれるものになる。これは第2声とほぼ同じ声調の形を取る。聴覚的にも第2声+第3声と全く同じに聞こえ、また分析結果もこれと全く同じピッチカーブが得られたので、これは第3声とはせずに、この分析対象から外すことにした。

(a)(b)の共通点としては周波数値が低いことと、前半、やや低い周波数値から緩やかに下降カーブを描く点である。

(a)では、後半はほとんど傾きのない直線になっている。その後で、第2音節が高始まりの場合には、連続するための上昇カーブが見られる。(b)では、後半は大きく上昇する。

第3声の最後の上昇は、第1音節では必ずしも必要なものではない。しかし、第2音節ではこれだけ一致して上昇カーブを描いており、ピッチカーブの形としてこの部分も必要なのではないかと考えている。第3声の特徴は低平らであり、上昇を伴うことがあるがそれは弁別的ではないとされる。このような点については、観察だけでは限界があり、後の聴取実験で明らかにしていかなければならない点である。

#### 4.4 第4声

第4声は、図11の(a)に第1音節の、(b)に第2音節のピッチカーブを示す。

高い周波数からほぼ直線的に下降している。その傾きは大体同じである。

(a)では、第2音節が高始まりの場合は、下降の終点が他より高くなり、上昇カーブに転じ、第2音節が低始まりの場合は、第1音節の下降の終点の周波数がより低くなる。(b)では、第4声+第4声の場合、第1音節の頂点の周波数の方が第2音節より高い。

### 5 考察

タイ語と中国語の共通点と相違点について検討する。

2つの声調言語の共通点として挙げられるのは、ピッチカーブの形にある一定の型が見られることである。第1音節、第2音節という位置の違いがあっても保たれる形の特徴がある。発話ごとのバラツキは少しあるが、周波数値もある程度の範囲におさまっている。

また、第1音節より第2音節の方が周波数値が概ね少し低いと言う点も共通している。

相違点としてまず挙げられるのは、「上昇」「下降」「平ら」といったパタンが、両言語で少し異なるピッチカーブの形をとっている点である。中国語の「上昇」「下降」は、ほぼ直線的にピッチが変化してゆくのに対し、タイ語では、前半部分が、「上昇」では緩やかな下降、「下降」では緩やかな上昇の形をとっている。後半ではいずれも大きいピッチ変化があり、その部分が各々「上昇」「下降」と捉えられると推測されるが、このような中国語との違いは興味深い。

また、「平ら」のパタンは、中国語が「高平ら」「低平ら」の2種類、タイ語が「高平」「中平」「低平」の3種類という点がまず異なるが、さらに各々についても違いが見られた。「高平ら」は、タイ語ではほぼ平らな状態で最後が少し上昇する形であるが、中国語ではこのよ

うな最後の上昇は見られない。「低平ら」の形はタイ語と中国語でかなり異なって見えるし、中国語には「中平」は無い。

このような相違は、単に知覚の仕方の違いではなく、言語内の声調の捉え方、役割がこの2つの言語で異なることを示唆するものと考えている。

2番目に相違点として挙げられるのは、先行音節の声調、後続音節の声調が影響してピッチカーブの形や周波数値が少し変化しているように見える場合があることである。これはタイ語の第2声、中国語の第1声といった、限定された範囲に見られるようであるが、それがどのような理由で起こるのかは、検討すべき問題であると考えている。

3番目に挙げられるのは、タイ語の方が音節の持続時間が長いことである。これは、今回の実験で長母音の音節を用いていることのためであると考えられる。タイ語では、5種類の声調全てが出現する音環境が、長母音開音節の場合のみであるためにそろえた条件であった。今後は他の環境の声調についても検討を進める考えであるが、それだけでなく、中国語には無い、母音の長短と音節の形（開音節と閉音節）との関係についても考慮しながら声調について研究してゆく必要があると思われる。

## 6 今後の展開

中国語とタイ語のピッチカーブを対照することで、声調としての必要条件とは何かと言う点と、言語内での声調の果たす個別的な役割を推測することができた。しかしこれは、2つの声調言語間であるので、もう一つの声調言語を取り上げ、さらに声調言語としての普遍性について検討したい。今年度はそのためにビルマ語を取り上げ、1音節語、2音節語について検討する。現在、単語リストを作成したところである。

もう一つの検討課題は、ピッチ以外の音の

要素についてである。声調は聴覚的には音の高低を主に用いているという前提から出発している。しかし、音の高低以外の要素、例えば低い音の場合は声質や強さが関係しないかという疑問がある。声調の弁別に最も関与している音響的特徴を検討するためには、本研究で行った観察を踏まえ、合成音を用いた聴取実験を行うことが必要である。声質などが関係する可能性があるとする、合成音には音質などの点でかなり要求度が高くなる。現在、持続時間、声質の変化、強さ、ピッチを別々に制御できる音声分析再合成の技術を利用して聴取実験用の音声を準備している。

## 参考文献

- 1) 益子幸江, 平井和之, 宇根祥夫「ピッチ抽出装置を利用した声調訓練用学習教材」『語学研究所論集 (東京外国語大学語学研究所)』85-103, 1997.
- 2) Masuko, Y., Imagawa, H. and Kiritani, S.: Japanese Pronunciation-Training Using a Personal Computer, Ann. Bull. RILP. No.23, pp.65-74. 1989.
- 3) 益子幸江「声調の弁別に関与する音響的特徴について -タイ語について-」『シンポジウム 人文科学とイメージ処理 (文部省科学研究費補助金 重点領域研究「人文科学とコンピュータ」イメージ処理計画研究班)』35-43, 1997.
- 4) 益子幸江「基本周波数情報を手がかりとした声調の言語間対照研究」『文部省科学研究費補助金 重点領域研究「人文科学とコンピュータ」1997年度研究成果報告書』1998.