

## 모음의 강도위계에 관하여

이 기 석 (제주대학교)

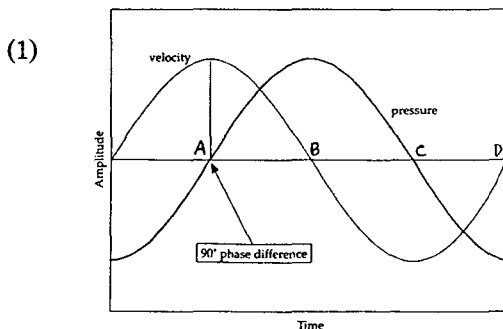
### 1. 서 론

음운론에서 자음의 강도위계에 관해서는 여러 학자들이 언급을 하고 있으며<sup>1)</sup>, 이들 모두가 대체로 일치되는 견해를 갖고 있는 것이 사실이다<sup>2)</sup>. 그러나 모음의 강도위계에 관한 연구는 거의 미미할 정도이며<sup>3)</sup>, 따라서 아직 뚜렷한 강도위계가 설정되어 있지도 않다.

이 논문은 모음의 강도위계 설정을 위한 시도이며, 이를 위해 모음의 음향적 특성을 분석하고자 한다. 특히 모음이 인간의 성도(vocal track)에서 생성될 때 작용하는 섭동이론(perturbation theory)을 통해서 기본 3모음 사이의 강도위계와 더 나아가서 5모음 체계에서의 강도위계를 분석하고, 이를 토대로 해서 어떠한 모음들이 주어진다하더라도 이들 모음 사이의 강도위계를 설정할 수 있는 보편적 원리를 제시하고자 한다.

### 2. 섭동이론

섭동이론은 음향학에서는 매우 강력한 이론으로서 튜브공명기의 어느 한 부분에 제약을 가했을 때 생기는 공명음대(formant)주파수의 변화를 예측해 준다. 특히 이 이론은 모음의 공명음대주파수를 설명할 뿐만 아니라 여러 공명음대들 사이에서 진폭(amplitude)관계를 설명하는데 중요한 역할을 한다. 그러면 먼저 이 섭동이론을 간략하게 소개하고자 하는데, 이를 위해 Johnson(1997:98)이 제시한 음량속도(velocity)와 압력(pressure) 사이의 관계를 나타내고 있는 다음의 도표를 보자.

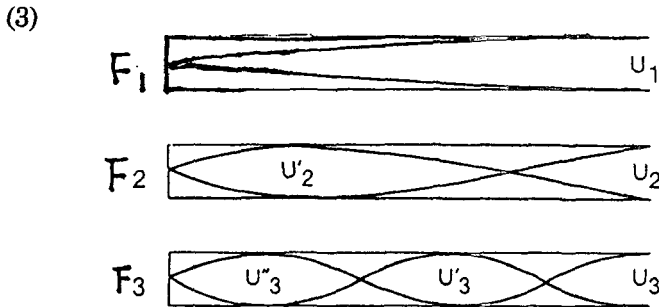


튜브 공명기에서는 공명주파수 마다 각각의 음량속도와 압력을 배분해 갖는 정상파(standing wave)를 갖고 있다. 표 (1)에서 보는 바와 같이 음량속도(velocity)는 압력(pressure)과 반비례의 관계에 있다. 즉 음량속도의 최대점은 압력이 제로인 점과 일치하고, 반대로 압력이 최대인 지점은 음량속도가 제로인 점과 일치하고 있다. 여기서 최대진폭지점(=음량속도최대)을 node라 하고 최소진폭지점(=음량속도최소)을 antinode라 한다. 즉 표 (1)에서 A와 C가 node가 되며, B와 D는 antinode가 되는 셈이다.

섭동이론(perturbation theory)이란 튜브공명기 속에서 어느 특정한 위치에 국부적 압착을 가할 때 공명음대의 주파수에 영향을 미치는 것을 말한다. 보다 더 구체적으로 말한다면 튜브공명기에서의 압착이 node 와 antinode중 어느 곳에서 일어나느냐에 따라 공명음대 주파수가 달라지는데 이 섭동이론의 효과를 Johnson( 1997 : 100)은 다음과 같이 요약하고 있다.

- (2) a. 최대속도지점(=node)에서의 국부적 압착은 공명음대주파수를 낮춰준다.
- b. 최소속도지점(=antinode)에서의 국부적 압착은 공명음대주파수를 높혀준다.

지금까지 도표(1)과 섭동이론효과 (2)를 살펴보았다 그러면 이제 3개의 공명음대, 즉 F1, F2, F3가 튜브 속에서 각각 어떻게 해당 정상파를 분포시키고 있는지 알아보자. 이를 위해서는 Kent & Read(1992:26)에서 인용해 본다.

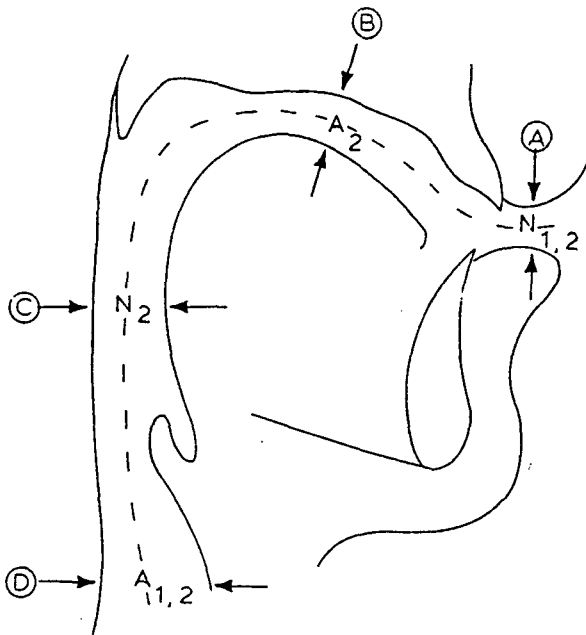


(3)에서 U는 음량속도 최대지점, 즉 node를 나타내고 있으며 각각의 교차지점은 음량속도 최소지점, 즉 antinode를 나타낸다. 따라서 첫번째 공명음대 F1은 하나의 node와 하나의 antinode를 갖고 있으며, 두번째 공명음대 F2는 두개의 node와 두개의 antinode를 갖고 있고, 세번째 공명음대 F3는 세개의 node와 세개의 antinode를 갖고 있다.

### 3. 모음생성에서의 섭동이론

지금까지는 설명상의 이유로 섭동이론을 튜브공명기에서 일어나는 현상으로 논의해 왔다. 그러나 이제는 이 이론이 실제 인간의 발성기관인 성도(vocal track)속에서 어떻게 적용되고 있는지를 살펴보고자 한다. 앞의 (3)에서는 F1에서 F3까지 언급이 되었지만 여기에서는 공명음대를 가장 낮은 F1과 F2로 제한시켜 논의하고자 한다. 그러면 먼저 음량속도의 분포와 관련해서 node와 antinode를 나타내고 있는 다음의 표를 보자.

(4)

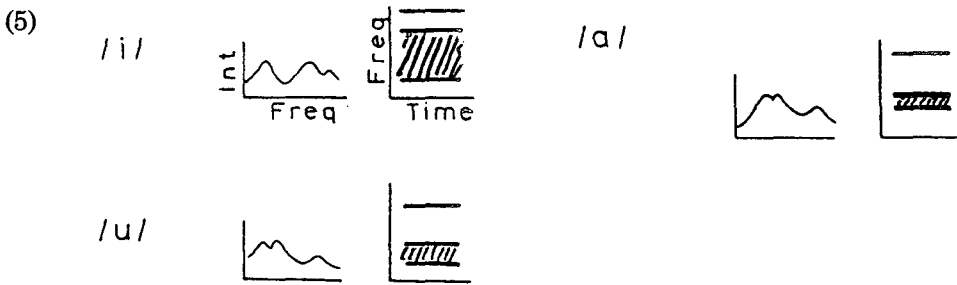


(여기서 A= antinode, N= node, 숫자= 공명음대 번호를 나타냄)

섭동이론효과 (2)에 의하면 node인 A에서의 압착은 F1과 F2의 주파수를 낮춰놓는다. 또 antinode인 B지점에서의 압착은 F2의 주파수를 올려 놓으며, C지점에서의 압착은 F2의 주파수를 내려 놓는다.

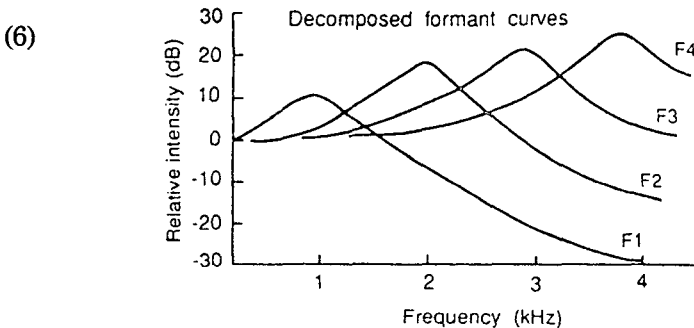
그러면 이와 같은 관찰을 토대로 해서 기본 3모음인 /i/, /a/, /u/ 가 섭동이론에 의해 어떻게 설명이 되는지 살펴보자. 먼저 /i/의 경우는 입천장(palatal) 부위에서 압착이 가해지므로 이는 (4)에서 antinode 인 B지점에 해당되며, 따라서 F2의 주파수가 더 커지는 것을 의미한다. 그런데 여기서 F1의 주파수는 모음의 높이와 반비례한다는 사실을 고려할 때 /i/의 F1 주파수는 가장 낮은 것이 된다.<sup>4)</sup> 따라서 모음 /i/의 생성에서는 F1

과 F2의 주파수 차이가 크게 벌어진다. 다음으로는 모음 /a/는 어떠한지 알아보자. 이 모음은 공기 압착이 인두(pharyngeal)부위에서 일어나므로 위의 표(4)에서 C지점에 해당된다. 따라서 이 경우에는 섭동이론효과에 의하면 F2의 주파수가 낮아지는 것을 예측할 수 있다. 반면에 이 모음은 저모음이므로 F1의 주파수는 높게 나타난다. 즉 높은 F1 주파수와 낮아진 F2 주파수로써 두 공명음대의 주파수 차이가 아주 작은 상태를 알 수 있다. 마지막으로 모음 /u/는 어떠한가? 이 모음은 입술(labial)에서 압착이 일어난다. 이는 (4)의 A 지점에 해당되고, 따라서 F1과 F2 모두에서 주파수가 낮아지는 것을 의미한다. /i/에서 F1과 F2가 크게 벌어지고, /a/에서는 두 공명음대가 서로 좁아지는 경우라면 /u/의 경우는 이 중간쯤에 해당된다. 지금까지 논의한 기본 3모음의 두 공명음대의 주파수 차이는 이들 세 모음의 스펙트럼과 스펙트로그램에서 가시적으로 뚜렷하게 보여주고 있는 바, Kent & Read(1992 : 17)에서 인용한 다음의 표를 보자.

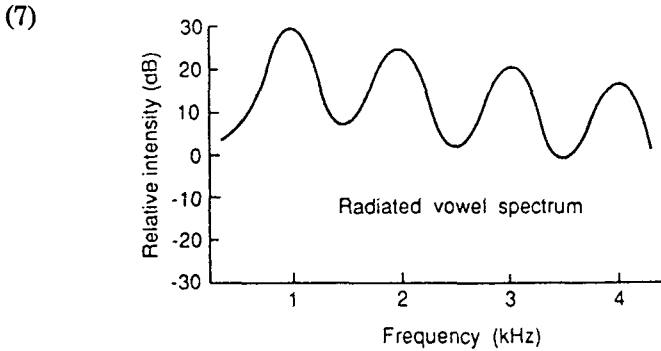


(5)의 스펙트로그램에서 빗금쳐진 부분이 바로 F1, F2의 두 공명음대 사이의 간격을 나타낸다. 여기서 보는 바와 같이 /a/가 가장 좁고 이어서 /u/가 다음으로 좁고, /i/는 이 중 가장 그 폭이 넓다.

다음으로는 각 형성음대가 가지는 주파수와 진폭(amplitude)의 관계에 대해 알아보자. Kent & Read(1992 : 28)에 의하면 F1 - F4까지의 공명음대를 주파수를 가로축으로하고 진폭을 대신하는 강도(intensity)를 세로축으로 하는 다음의 표를 고려할 수 있다.



여기서 각 공명음대가 성도(vocal track)에서 갖는 음향적 산출은 각 주파수가 갖는 강도(intensity)의 합산으로 나타난다. 예를 들어 F1의 강도는 주파수 1KHz에서 갖는 자체의 강도에 다른 공명음의 꼬리가 가산되어 가장 높은 강도를 나타내고, 차례대로 F2, F3, F4의 순서로 강도가 낮아진다. 이를 고려할 때 각각의 공명음대가 갖는 강도는 다음과 같이 나타낼 수 있다.



(7)에 의하면 F1이 가장 강도가 높고 F4의 강도가 가장 낮은 것을 알 수 있다. 이는 저차 주파수에서 에너지가 집중되어 있음을 입증하는 것이기도하다. 다른 한편으로 Kent & Read는 공명음대 주파수의 변화와 공명음대의 진폭, 다시 말해서 강도의 변화 사이의 상관관계를 밝히고 있는데<sup>5)</sup> 특히 여기서는 다음의 원리에 주목하고자 한다.

(8) 두 공명음대가 주파수상에서 서로 가까워지면 해당 두 진폭은 증가한다.

(6)과 (7)에서 저차주파수에서 에너지( 즉 강도)가 집중되는 것을 알 수 있었다면 (8)에서는 F1 과 F2의 주파수 차이가 작아질수록 강도는 더욱 커지는 것을 알 수 있다.

여기서 다시 앞의 논의로 돌아가서 기본 3모음의 강도위계를 논해보자. (8)에 의하면 (5)에서 /a/가 가장 강하고 /i/는 가장 약하며 /u/는 그 중간에 있음을 본다. 이와 같은 관찰을 통해 모음의 강도위계에 관한 다음의 일반적 원리를 제안한다.

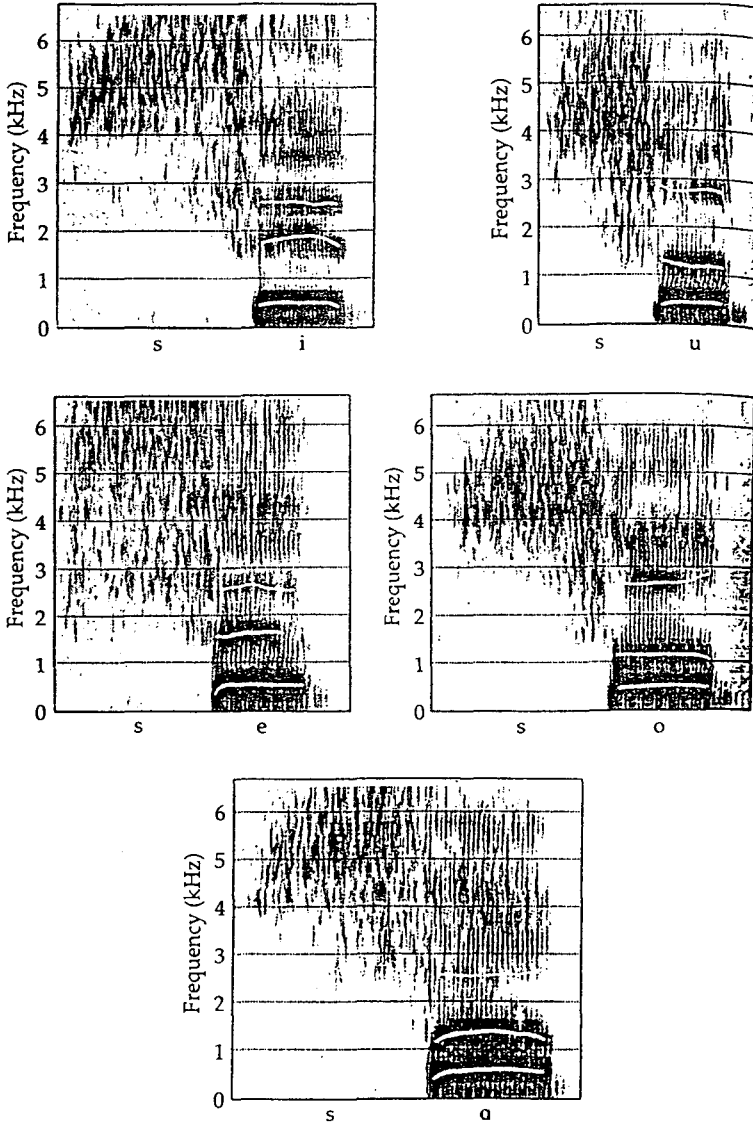
(9) 모음의 강도는 F1 과 F2의 주파수 차이에 달려있다: F1과 F2의 주파수 차이가 적으면 적을수록 그 모음은 강하다.

(9)에 의해 기본 3모음의 강도위계는 다음과 같이 정리할 수 있다.

(10) a > u > i (여기서 X > Y는 X가 Y보다 강한 것을 나타냄)

그러면 이제 모음 /e/와 /o/를 추가하는 5모음체계 상에서의 모음강도위계로 확대해 보자. 여기서도 (9)의 원리에 의해서 간단히 이들 5모음에대한 강도위계를 정할 수 있는데, 이 모음들이 갖는 F1과 F2의 차이를 가시적으로 보기위해 Johnson(1997 : 104)의 스펙트로그램을 참고하고자 한다.6)

(11)



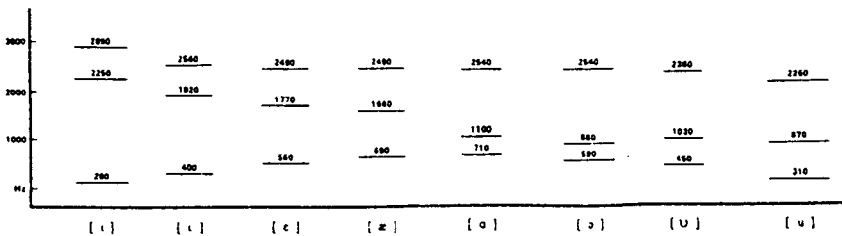
앞에서 지적한 바대로 (11)에서도 다시 한번 기본 3모음의 강도위계는 /a/, /u/, /i/의 순서임을 확인할 수 있음을 본다. 여기에다 추가로 /o/의 스펙트로그램을 주의 깊게 살

해보면 이 모음 /o/는 F1과 F2의 주파수 차이가 /a/보다 더 적은 것을 알 수 있다. 따라서 (9)에 의하면 /o/는 /a/보다 더 강한 모음이라고 판정할 수 있다. 다른 한편으로 (11)에서 /e/의 스펙트로그램을 보면 F1과 F2의 주파수 차이가 /i/보다 약간 적으나 /u/보다는 더 큰 것을 알 수 있다. 이와 같은 관찰을 통해 볼 때 5모음체계에서의 강도위계는 다음과 같다.

$$(12) \quad o > a > u > e > i$$

지금까지 모음강도위계에 관한 원리 (9)에 근거해서 기본 3모음의 강도위계 (10)과 5모음체계의 강도위계 (12)를 얻었다. 따라서 (9)에 의하면 어떠한 모음군(vowel group)이 주어진다 하더라도 그 강도위계를 결정할 수 있을 것으로 본다. 예를 들어 Ladefoged(1993 : 197)가 제시하는 영어의 8개 모음, 즉 *heed, hid, head, had, hod, hawed, hood, who'd* 의 각 단어에 해당되는 모음 /i/, /ɪ/, /ɛ/, /æ/, /ɑ/, /ɔ/, /ʊ/, /u/ 사이의 강도위계를 정해보기로 하자. 이를 위해 Ladefoged 자신이 제시하고 있는 이들 모음에 대한 F1 - F3의 주파수를 이용하고자 한다. 다음의 표를 보자.

(13)



이 8개의 모음 사이의 모음의 강도위계와 관련해서 우리는 (13)에서 F3의 수치는 고려하지 않고 F1과 F2사이의 주파수 차이에 관심을 둔다. 이 표로부터 얻게 되는 F2-F1의 주파수 값은 아래의 표와 같다.

(14)

| Vowel | i    | ɪ    | ɛ    | æ    | ɑ    | ɔ   | ʊ    | u   |
|-------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| F2    | 2250 | 1920 | 1770 | 1660 | 1100 | 880 | 1030 | 870 |
| F1    | 280  | 400  | 550  | 690  | 710  | 590 | 470  | 310 |
| F2-F1 | 1970 | 1520 | 1220 | 970  | 390  | 290 | 580  | 560 |

(14)에서 F2-F1의 값이 작은 것부터 큰 것에 이르기까지의 순서는 /ɔ/, /ɑ/, /u/, /ʊ/, /æ/, /ɛ/, /ɪ/, /i/ 가 되며 바로 이 순서가 이들 모음의 강도위계가 된다. 즉 다음을 얻게 된다.

(15)  $\text{ɔ} > \text{ɑ} > \text{u} > \text{ʊ} > \text{æ} > \text{ɛ} > \text{ɪ} > \text{I}$

또 다른 한 예를 더 들어 보자. 이번에는 Gleason(1961:3670이 제시하는 9개의 모음, /ɪ/, /i/, /u/, /e/, /ə/, /o/, /æ/, /a/, /ɔ/ 사이의 모음강도위계는 어떠한지 알아보려고 한다. 그가 제시하는 이들 모음에 대한 F1 과 F2의 주파수는 다음과 같다.

(16)

|     | F1  | F2   | F2-F1 |
|-----|-----|------|-------|
| /ɪ/ | 400 | 2100 | 1700  |
| /i/ | 300 | 1500 | 1200  |
| /u/ | 450 | 1000 | 550   |
| /e/ | 500 | 1800 | 1300  |
| /ə/ | 600 | 1300 | 700   |
| /o/ | 550 | 900  | 350   |
| /æ/ | 650 | 1700 | 1050  |
| /a/ | 700 | 1100 | 400   |
| /ɔ/ | 650 | 800  | 150   |

(16)이 주어지면 (9)에 의해 다음과 같은 모음의 강도위계를 정할 수 있게 된다.

(17)  $\text{ɔ} > \text{o} > \text{ɑ} > \text{u} > \text{ə} > \text{æ} > \text{i} > \text{e} > \text{ɪ}$

(15)와 (17)은 서로 구성하고 있는 모음이 다르지만 이 두 모음강도위계는 중요한 공통점을 보여주고 있다. 먼저 (15)와 (17)에 의해서 모음 /ɔ/는 가장 강한 모음이며 모음 /ɪ/는 가장 약한 모음임을 알 수 있다. 또 (15)의 모음강도위계에서는 기본 3모음강도위계 (10)을 포함하고 있음을 알 수 있고 (17)에서는 5모음강도위계 (12)를 포함하고 있음을 본다.

#### 4. 결 론

이 논문에서는 모음의 강도위계를 위한 타당한 매개변수(parameter)를 찾고자 하였다. 조음음성적 매개변수인 모음의 높낮이(vowel height)나 모음의 전후관계(vowel backness) 등이 음향적 특성과 밀접한 관련이 있지만 여기서는 모음생성에 있어서 음향적 원리로 작용하는 섭동이론을 이용해서 하나의 매개변수, 즉 F2-F1의 값이 적을수



록 해당 모음은 강하다고 할 수 있는 원리 (9)를 제시하였다. 이를 입증하기 위한 과정으로서 기본 3모음의 강도위계, 5모음체계의 강도위계, 그리고 Ladefoged의 8모음, Gleason의 9모음을 이 원리로써 분석한 결과 서로가 모순되는 경우를 발견하지 못했다. 따라서 모음강도위계를 위한 원리 (9)는 타당하며, 다만 이것이 음운현상을 설명하는데 공시적으로나 통시적으로 어떻게 작용할 것인가의 문제는 남겨놓고 있다.

## 미주

1. 이에 대한 연구는 Foley(1970), Hooper(1972), Vennemann(1972), Hooper(1976)을 참조.
2. 자음의 강도위계에 관해서는 울림도(sonority)가 매개변수로서의 위치를 확고하게 갖고 있다. 즉 자음의 울림도와 반비례하는 강도를 갖는다. 그러나 자음의 조음위치와 관련된 강도위계는 언어에 따라 조금씩 다르기 때문에 보편성을 띠고 있다고 할 수 없다. 이에 대한 자세한 사항은 Katamba(1989)를 참조.
3. 모음의 강도에 대해서는 Hooper(1976:235-39)를 참조.
4. 조음음성학적 관점에서 보면 모음의 높이에 관해서 /i/와 /u/는 모두 고모음(high vowel)이지만 음향음성학적 관점에서 보면 /i/의 F1 주파수가 /u/의 F1 주파수보다 더 낮다.
5. 이들이 제시하는 공명음대주파수의 변화와 진폭의 변화 사이의 관계는 다음을 포함한다.
  - (i) 제1공명음대의 주파수가 낮아(높아)지면 상위 공명음대의 진폭이 낮아(높아)진다.
  - (ii) 제1공명음대 주파수가 낮아(높아)지면 그 진폭도 낮아(높아)진다.
6. 이것은 Jalapa Mazatec어의 5단어를 스펙트로그램으로 나타낸 것이다.

참고문헌

- Hooper, J.B.(1976) An Introduction to Natural Generative Phonology. New York: Academic Press.
- Johnson, K.(1997) Acoustic & Auditory Phonetics. Blackwell Publishers.
- Katamba, F.(1989) An Introduction to Phonology. Longman London & New York.
- Kent, R.D. & C. Read(1992) The Acoustic Analysis of Speech. Singular Publishing Group, INC. San Diego, California.
- Ladefoged, P.(1993) A Course in Phonetics. (3rd edn) New York: Harcourt Brace Jovanovich.