

## 한글 읽기에 나타나는 안구 운동의 특징

김 정훈, 이 춘길  
서울대학교 심리학과

Eye movements during Hangeul reading

Junghoon Kim and Choongkil Lee  
Dept. of Psychology, Seoul National University

### 요약

본 연구는 한글 사용자가 한글을 읽을 때 관찰되는 눈의 움직임에 관한 것이다. 연구된 다른 언어들의 경우와 마찬가지로 글을 읽을 때 눈의 움직임은 주로 진행성 도약(forward saccade)과 고정(fixation)으로 이루어져 있다. 본 연구에서 피험자가 제시된 글을 처음 읽었을 때, 진행성 도약은 평균 3.5음절과 1.4개의 자간여백을 읽는 크기로 이루어졌으며, 평균 고정 기간은 250 msec이었다. 동일한 문장을 반복해서 읽었을 때 약 20%씩 도약의 크기는 증가하고 고정 기간은 감소하는 효과를 보였다. 이 효과의 크기는 두 번째 읽기에서 가장 컸으며 3회에서 12회의 반복읽기에서의 추가적 효과는 상대적으로 작았다.

### I. 서론

인간의 안구 운동은 도약(saccade), 추적(smooth pursuit), 전정시각반사(vestibulo-ocular reflex), 시각운동반사(optokinetic response), 수렴-분산(convergence-divergence), 등 여러 가지 형태가 있다. 선행연구들에 의하면 글을 읽을 때 나타나는 안구운동은 이 가운데 도약이다. 글 읽기와 관련하여 세 가지 형태의 도약이 관찰되는데 가장 많은 비율을 차지하는 것은 글이 진행되는 방향으로 안구를 빠른 속도로 진행시키는 '진행성 도약(forward saccade)'이다. 읽었던 곳을 다시 읽기 위해 글이 진행

하는 방향을 거슬러 움직이는 '역행성 도약(regressive saccade)'과 줄을 바꿀 때 일어나는 '줄바꿈 도약(return saccade)'은 상대적으로 낮은 빈도로 일어난다. 도약 사이에 눈이 멈추어 있는 것을 '고정(fixation)'이라 하는데 고정은 대개 100-500 msec 정도 지속되며 이 기간 동안에 문장의 의미를 추출하는 것으로 생각된다(Rayner & Polatsek, 1989). 글 읽기에 나타나는 눈 움직임의 주요 지표인 도약의 크기나 고정의 지속 기간 등은 시각적, 인지적 요인들에 따라 변하는 것으로 알려져 있고 이에 대한 많은 연구결과들이 있다(Rayner & McConkie, 1976; Haber, 1976; McConkie, 1983).

글 읽기에 나타나는 눈 움직임의 특징에 관한 연구들의 대부분은 영어를 중심으로 한 알파벳으로 쓰여진 문자체계를 대상으로 한 것이다. 중국어와 일본어에 대한 연구들도 오래 전부터 있어왔지만(Stern, 1978; Ikeda & Saida, 1978), 한글 읽기에서의 안구운동 연구는 그 문자 체계의 독특성에도 불구하고 필자들의 지식으로는 아직 없다. 본 연구는 한글 읽기에 나타나는 안구운동의 특징을 다른 언어의 경우와 비교하기 위해 먼저 안구운동 측정치들의 개략적 범위와 특징을 알아보고 연구의 방법론적 타당성을 평가하고자 한 것이다.

## II. 방법

피험자는 정상 시력을 가진 서울대학교 학부생이었다. 눈의 움직임을 측정하기 위해 피험자의 오른쪽 눈에 공탁탐지테를 부착하고 Helmholtz 코일에 의해 형성된 빠르게 교번하는 자장의 중심에 오른쪽 눈이 위치하도록 피험자를 편안한 자세로 앉히고 머리가 움직이지 않도록 머리를 부착장치에 고정하였다. 안구에 부착된 탐지테에 유도되는 전압을 위상탐지하여 안구위치에 비례하는 신호를 얻을 수 있었다. 이 신호는 매 3 msec마다 A/D 변환되었다. 이 기법에 관한 자세한 내용은 Lee(1991)에 기술한 바 있다. 자료의 수집과 분석에는 IBM AT/386이 사용되었으며 이를 위해 C로 짜여진 프로그램이 작성되었다.

피험자는 25cm 떨어져 있는 글을 자연스럽게 읽도록 지시받았다. 제시된 글은 한글 명조체로 쓰여졌고, 내용은 기하학의 초보적인 설명으로서 난이도가 비교적 높은 글이었다(부록 참조). 두 개의 문단으로 이루어져 있으며 모두 아홉 개의 문장이 14 줄로 구성되었다. 전체 글자 수는 465 자였고 자간 여백은 179 개였다. 전체 글의 가로폭은 응시거리 25cm에서 시야의 38.5도(16.8cm)를 차지하였다. 이 때 한 글자는 0.84도에 해당한다. 부제가 올리면 피험자가 읽기를 시작하고 읽기를 마쳤으면 피험자가 부제를 올리도록 하였다. 읽기를 마치면 1분 후에 부제가 올리면서 다시 읽는 시행이 시작되었다. 모두 12회의 읽기 시행을 하였는데 12회의 시행의 시작과 끝에 안구 위치 신호를 조정(calibration) 하였다. 조정 절차는 피험자가 -30도에서 +30도에 걸쳐 5도 간격으로 수평방향으로 배열된 LED를 응시하는 것으로 이루어져 있다. 피험자는 글을 반복해서 읽은 후 글의 내용에 관해 질문을 받을 것이라는 지시를 받는데 이것은 피험자가 글의 내용을 파악하면서 읽도록 하기 위한 것이었다.

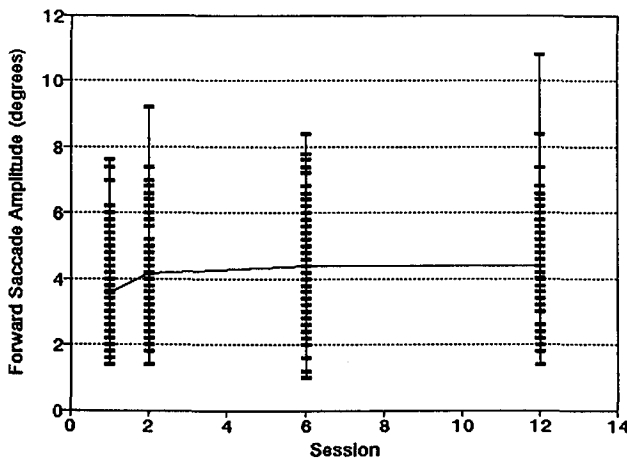
### III. 결과

저장된 눈의 위치에 관한 신호는 진행성 도약, 고정, 역행성 도약, 준비꿈 도약, 그리고 '기타'의 5가지로 분류되었다. '기타'는 위의 네 가지로 분류하기 힘든 모든 안구위치 자료를 포함하였다. 열 두 시행에 걸친 반복 읽기를 한 자료 가운데 네 시행을 분석한 결과를 「표 1」에 제시하였다.

표 1. 반복 읽기의 시행 수에 따른 측정치들의 변화

시 행	전체 읽기 시간(초)	진행성도약 평균 크 기(°), 속도(°/초)	진행성 도약 횟수	평균 고정 시간(msec)	고정 '기타'의 횟수	비율(%)
1	54.0	3.58, 80.80	133	250.94	164	8.5
2	39.4	4.14, 85.88	109	220.63	138	3.6
6	38.0	4.39, 90.38	112	216.45	135	0.5
12	34.4	4.39, 90.46	104	203.86	120	2.3

「표 1」에 의하면, 첫 번째 읽을 때, 진행성 도약의 크기는 평균 3.58도이며 눈을 한 번 고정하여 평균 250 msec 머무른다. 동일한 문장을 다시 반복해서 읽음에 따라 진행성 도약의 크기는 증가하며 진행성 도약의 횟수와 전체 고정 횟수, 그리고 평균 고정 시간은 감소한다. 따라서, 읽기를 반복함에 따라 한 번 고정에서 더 많은 글자를 빠른 속도로 처리할 수 있게 됨을 알 수 있다. 반복에 따른 이러한 증감 효과는 두 번째 시행에서 가장 크며 3회 이상의 반복에 의한 부가적 효과는 상대적으로 크지 않다.



「그림 1」 반복 읽기에 따른 진행성 도약의 크기 분포.

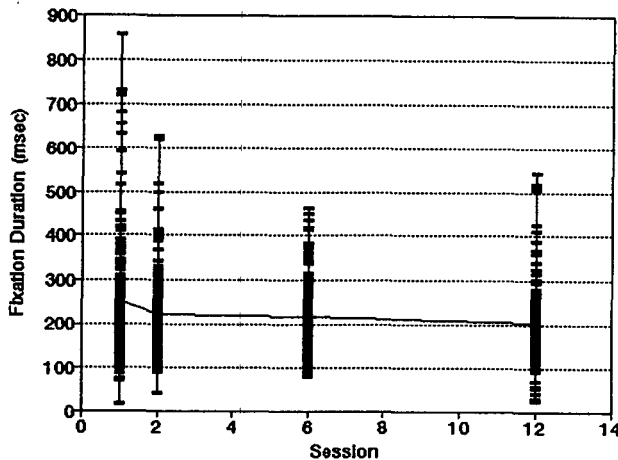
반복 읽기에 따른 진행성 도약의 크기 분포를 「그림 1」에 제시하였다. 진행성 도약의 크기는 다음에 나오는 단어의 길이 등의 시각적 요인에 의해 영향 받는 것으로 알려져 있다(O'regan, 1979; Rayner, 1979). 본 연구는 반복 읽기를 함으로써 친속도를 직접적으로 통제하고 난이도와 사용 빈도의 효과를 간접적으로 평가하고자 하였는데 전체적으로 보아 진행성 도약의 크기는 대체로 1 - 10도에 걸쳐 있고 문장의 친속도가 증가함에 따라 평균 도약의 크기가 증가한다(실선으로 연결).

「표 1」에 의하면, 반복 읽기에 따라 진행성 도약의 속도가 증가하는데, 도약의 속도는 크기와 지속시간에 관련되어 있으며(주 경과, main sequence), 정상인의 경우 도약의 속도는 크기에 따라 일정 수준까지는 증가한다. 본 연구에서 측정된 도약의 평균 기간은 대체로 50 msec이었으며 반복 읽기에 따른 변화가 없었다. 그러므로 반복 읽기에 따라 증가하는 속도는 도약의 크기의 증가에 따른 변화이다.

역행성 도약의 횟수는 반복 읽기에 따라 처음 20 개에서 12회째에는 16 개로 감소하였다. 「표 1」에 고정된 횟수가 진행성 도약의 횟수보다 많은 것의 주된 이유는 역행성 도약이 있기 때문이다.

「그림 2」는 반복 읽기에 따른 고정 기간의 분포를 보인다. 고정기간은 전체적으로 50-900 msec에 걸쳐 나타나고 평균 고정 기간은 반복 읽기에 따라 감소하며(실선으로 연결), 첫 번째 읽을 때에 관찰되는 600 msec 이상의 긴 고정들은 이후의 시행에서는 나타나지 않는다.

본 연구에서는 한글을 읽을 때의 안구 위치의 변화를 크게 세 가지의 도약과 고정으로 분류하고 그 나머지의 모든 안구 위치 변화를 '기타'로 분류하였는데 '기타'에 해당하는 전체 기간은 첫 시행에서 약 5초간으로서 읽기에 소요된 54초의 8.5%를 구성한다(「표 1」). '기타'의 기간은 반복 읽기와 함께 감소하여 6회와 12회의 경우에는 2% 정도에 불과하였다.



「그림 2」 고정 기간의 분포

#### IV. 논의

본 연구는 실제 사용되는 지면의 크기와 활자 모양, 용서 거리, 시야의 개방성 등 자연적인 읽기 상황을 최대한 모방하여 한글 반복 읽기에 따른 안구 운동 측정치들의 변화를 예비적으로 살폈다. 현 단계에서 본 연구에 대한 저자들의 평가는 얻어진 측정치들 자체나 혹은 이에 기초하여 한글 읽기를 다른 언어 체계의 경우와 비교하는 것 보다는 동원된 절차와 분석 방법에 보다 향해지고 있다.

문자 체계에 따라 읽기에 나타나는 눈의 움직임에 관한 측정치들을 비교하는 것은 흥미있다. 영어의 경우 평균 도약 거리는 8-9 철자 크기이며, 중국어의 경우 2 문자 크기이고 일본어의 경우는 3.6 음절 크기 등으로 알려져 있으나, 사용된 문장의 난이도, 친숙도, 피험자의 읽기 능력, 문자 체계의 상이성 등 여러 가지 이유로 하여 직접적인 비교는 의미가 없다. 뿐만 아니라, 기존의 연구들은 분석 가능한 움직임 즉 도약과 고정에 중점을 두어 본 연구에서 채택한 '기타'의 분류에 대한 분석은 거의 이루어진 바 없다. 상이한 문자 체계간의 읽기에 나타나는 눈의 움직임의 특징을 분석하기 위해서는 반복 읽기에 따라 관찰되는 측정치들의 변화 패턴을 비교하는 식이 더욱 생산적일 것으로 생각된다.

#### V. 참고문헌

Haber, R. N. Control of eye movements during reading. In R. A. Monty and J. W. Senders (eds.), *Eye movements and psychological processes*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp 443-451, 1976.

Hyönä, J. & Niemi, P. Eye movements during repeated reading of a text. *Acta Psychologica*, 73: 259-280, 1990.

Ikeda, M. and Saida, S. Span of recognition in reading. *Vision Research*, 18: 83-88, 1978.

Lee, C. The most inexpensive method of recording human eye movements used to study auditory influences in the generation of visually-guided saccades. *Proceedings of the Korea-US bilateral workshop on computers, artificial intelligence and cognitive science*, pp 107-113, Seoul, Korea, 1991.

McConkie, G. W. Eye movements and perception during reading. In K. Rayner(ed.), *Eye movements in reading: Perceptual and language processes*. New York: Academic Press, pp 65-69, 1983.

O'Regan, J. K. Eye guidance in reading: Evidence for the linguistic control hypothesis. *Perception & Psychophysics*, 25: 501-509, 1979.

Rayner, K. Eye guidance in reading: fixation locations within words. *Perception*, 8: 21-30, 1979.

Rayner, K. and McConkie, G. W. What guides a reader's eye movements? *Vision Research*, 16: 829-837, 1976.

Rayner, K. and Pollatsek, A. *The psychology of reading*. NJ: Prentice Hall, 1989.

Stern, J. A. Eye movements, reading, and cognition. In J. W. Senders, D. F. Fisher, & R. A. Monty (eds.), *Eye movements and higher psychological functions*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1978.

## VI. 부록

본 연구에서 사용된 제시문 (실물과 동일)

직선상의 임의의 두 점을 취할 때 이 두 점의 중점을 취하고 다시 이 점들의 중점을 취하고, 이와 같이 한없이 계속할 수 있으니, 우리는 직선상에는 무수히 많은 점이 있다고 볼 수 있을 것 같다. 시간의 두 순간 즉 두 시점 사이에, 위에서 직선에 관하여 논한 바와 같이 하여, 무수히 많은 시점이 있다고 볼 수 있을 것 같다. 미적분학의 이론에 친숙한 우리에게는 이런 사실들은 당연한 것으로 보일 것이다. 그러나 다음과 같은 고찰을 해보면 이것은 어디까지나 이상화에서 얻어진 개념이라는 것을 알 수 있다.

가령 우리는 원의 접선이란 그 원과 한 점에서만 만나는 직선이라고 정의한다. 그러나 실제 원과 직선이 접한다고 할 때 이 두 도형이 공유하는 것은 이 직선의 일부분인 선분이지 한 점만 일 수는 없다. 따라서 원의 접선의 존재는 기하학의 이론을 전개하기 위하여 필요한 이상화이다. 직선을 그려놓고 그 위의 두 점 사이에 있는 선분을 이등분하고 그것을 다시 이등분하고, 이와 같은 조작을 실제 계속하면 어느 단계에 가서는 그것을 다시 이등분한다는 것이 불가능할 정도로 짧아진다. 이와 같이 생각해 보면 우리가 수직선 위에 무수히 많은 점들이 있다고 보는 것도, 해석기하학이나 미적분학 나아가서 해석학의 이론을 전개하기 위한 이상화작업에서 얻어진 결과라고 할 수 있다.