

## 제13장 단순회귀분석

- 회귀분석과 상관분석
- 단순회귀분석
- 최소자승법
- 표본회귀선의 적합도 검정
- 표본회귀선의 유의성 검정

# 1. 회귀분석과 상관분석

## ➤ 회귀분석(regression analysis)

두 변수(종속변수, 독립변수) 사이의 함수적 관계를 기술하는 수학적 방정식을 구하는데 사용된다. 이 식은 독립변수의 값이 주어질 때 종속변수의 값을 추정하거나 예측하는데 사용됨.

## ➤ 상관분석(correlation analysis)

두 변수 사이의 선형관계의 강도와 방향을 요약하는 수치를 구하는데 사용된다. 즉 상관분석은 두 변수가 얼마나 밀접하게 연관되어 있는가 하는 정도를 나타냄.

➤ 회귀분석과 상관분석은 두 변수 사이의 인과관계를 밝히는 것이 아니라, 두 변수가 서로 어떻게, 어느 정도 관련되어 있는가를 나타낸다.

## II. 단순회귀분석

➤ 종속변수  $Y$ 가 독립변수  $X$ 와 오차항(error term)에 어떻게 관련되어 있는가를 나타내는 방정식을 회귀모형(regression model)이라고 한다.

### 단순회귀모형

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$$

$y_i$  :  $i$ 번째 관측치에 대한 종속변수의 값

$x_i$  : 이미 알려진 독립변수의  $i$ 번째 값

$\alpha, \beta$  : 회귀계수

$\varepsilon_i$  :  $i$ 번째 관측치에 대한 오차항

표본회귀선

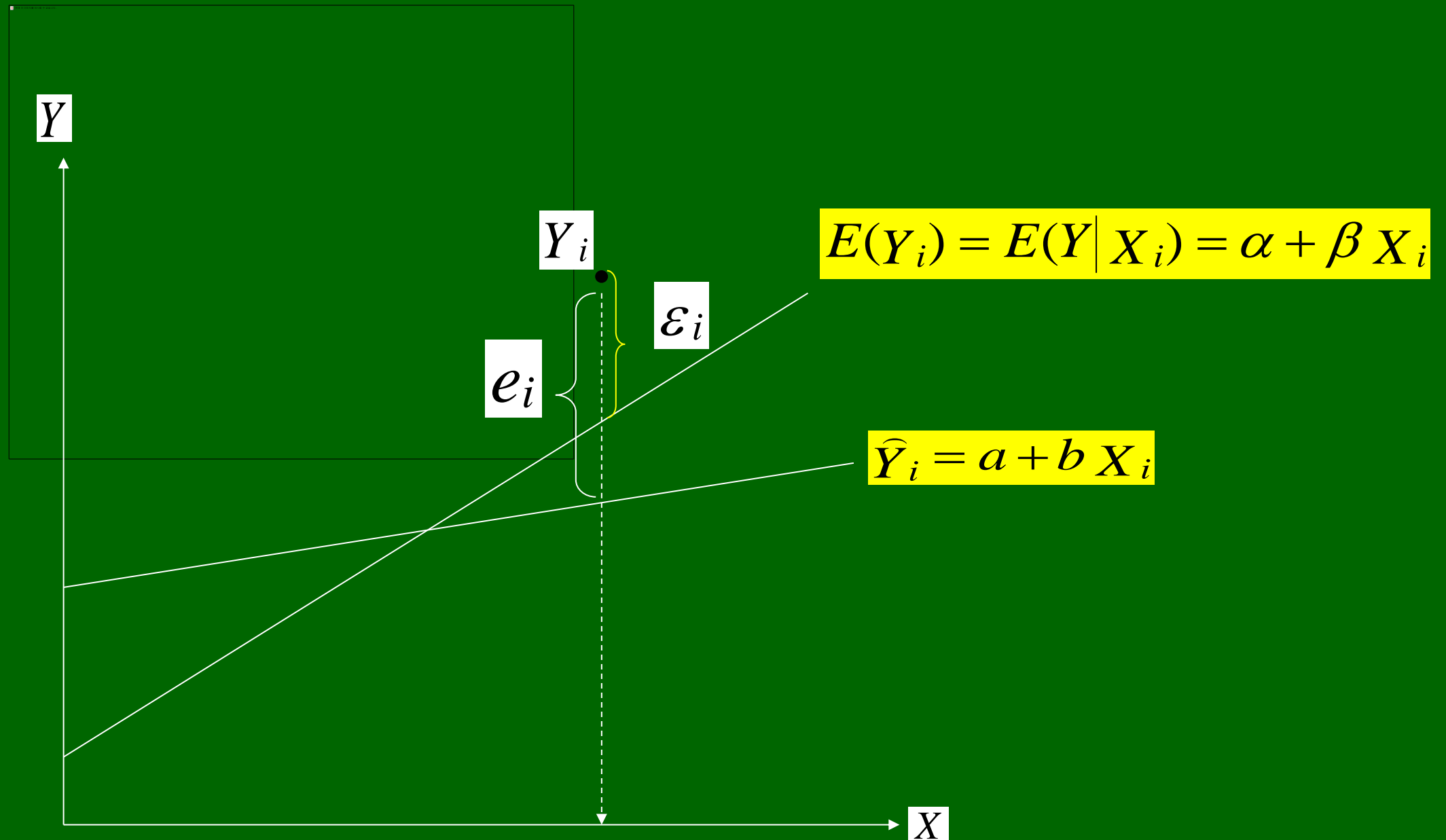
$$\widehat{Y}_i = a + b X_i$$

표본회귀모형

$$Y_i = a + b X_i + e_i$$

$$e_i = Y_i - \widehat{Y}_i$$

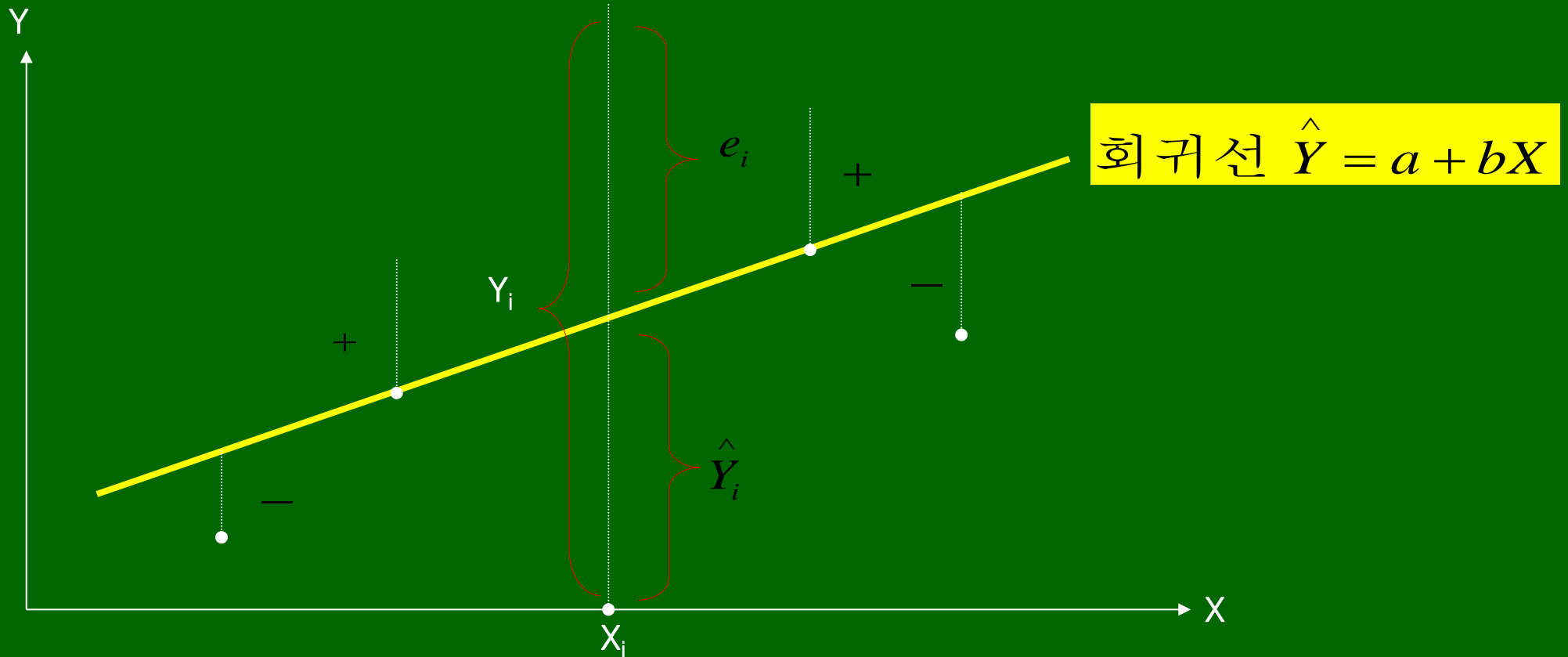
## II. 오차항 $\varepsilon_i$ 와 잔차 $e_i$ 의 관계



## ➤ 오차항에 대한 가정

- 오차의 확률분포의 평균은 0 이다.
- 오차는 근사하게 정규분포를 따른다.
- 오차의 확률분포의 분산  $\sigma_e^2$  은 독립변수  $X$ 의 모든 값에 대해 동일하다
- 오차는 서로 독립적이다.

# III. 최소자승법



$$\text{최소} \sum e_i^2 = \text{최소} \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \text{최소} \sum (Y_i - a - bX_i)^2$$

$$\begin{aligned} \therefore \quad & \sum Y_i = na + b \sum X_i \\ & \sum X_i Y_i = a \sum X_i + b \sum X_i^2 \end{aligned}$$

## 표본회귀선의 회귀계수

$$b = \frac{n\sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \frac{\sum X_i Y_i - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X_i^2 - n\bar{X}^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$



# IV. 표본회귀선의 적합도 검정

## ➤ 적합도검정 (goodness-of-fit test)

회귀모형 자체에 대하여 회귀선이 모든 관측치들을 적합하도록 도출되었는지 밝히는 것이다.

## ➤ 유의성검정 (significance test)

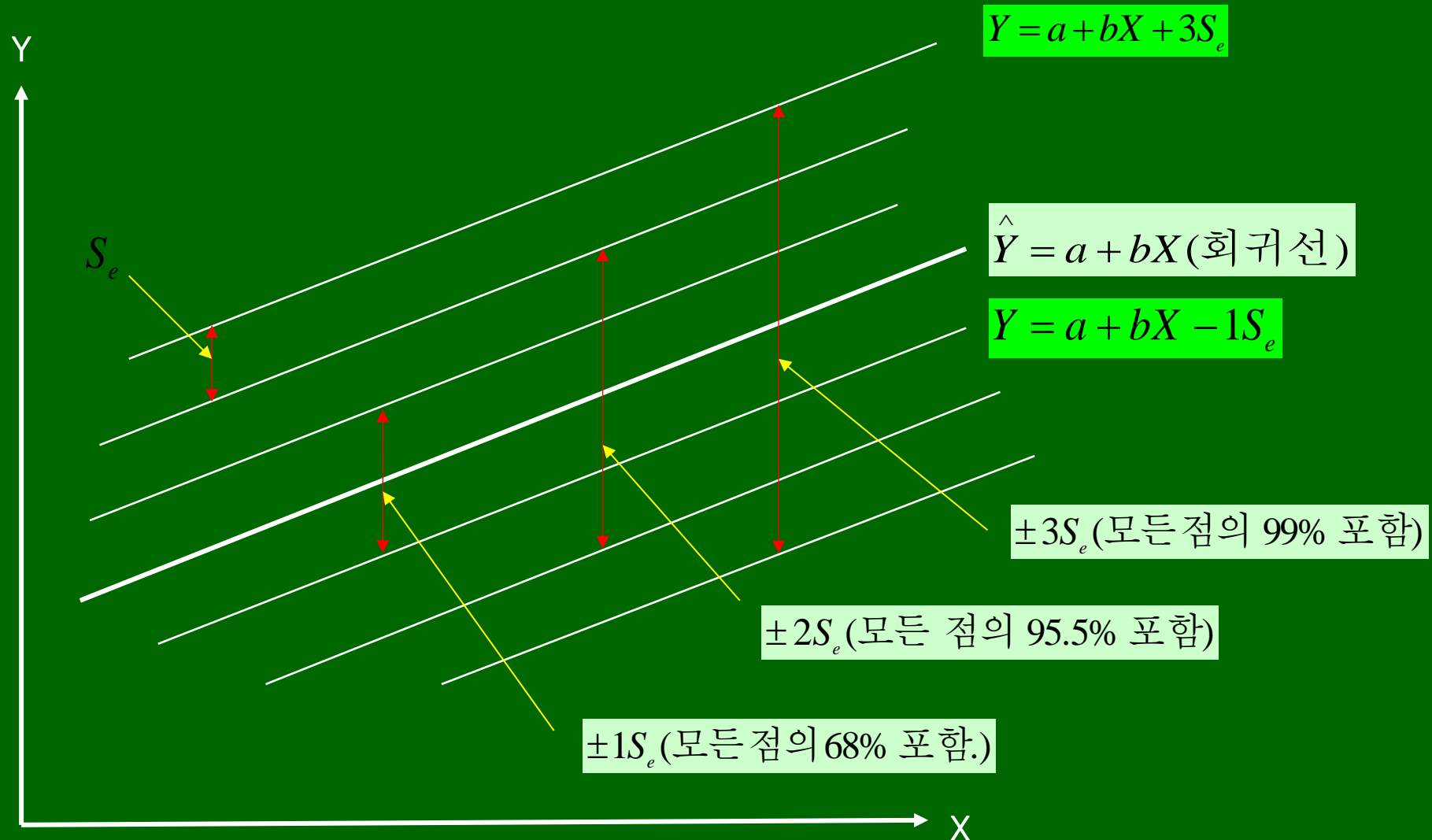
각 독립변수와 종속변수의 관련도가 유의한 지 또는 종속변수에 대한 설명력을 가지고 있는가를 밝히는 것이다.

## 추정치의 표준오차

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum Y_i^2 - a\sum Y_i - b\sum X_i Y_i}{n-2}}$$

$SSE$ : 오차제곱합

# 회귀선과 표준오차



## 결정계수

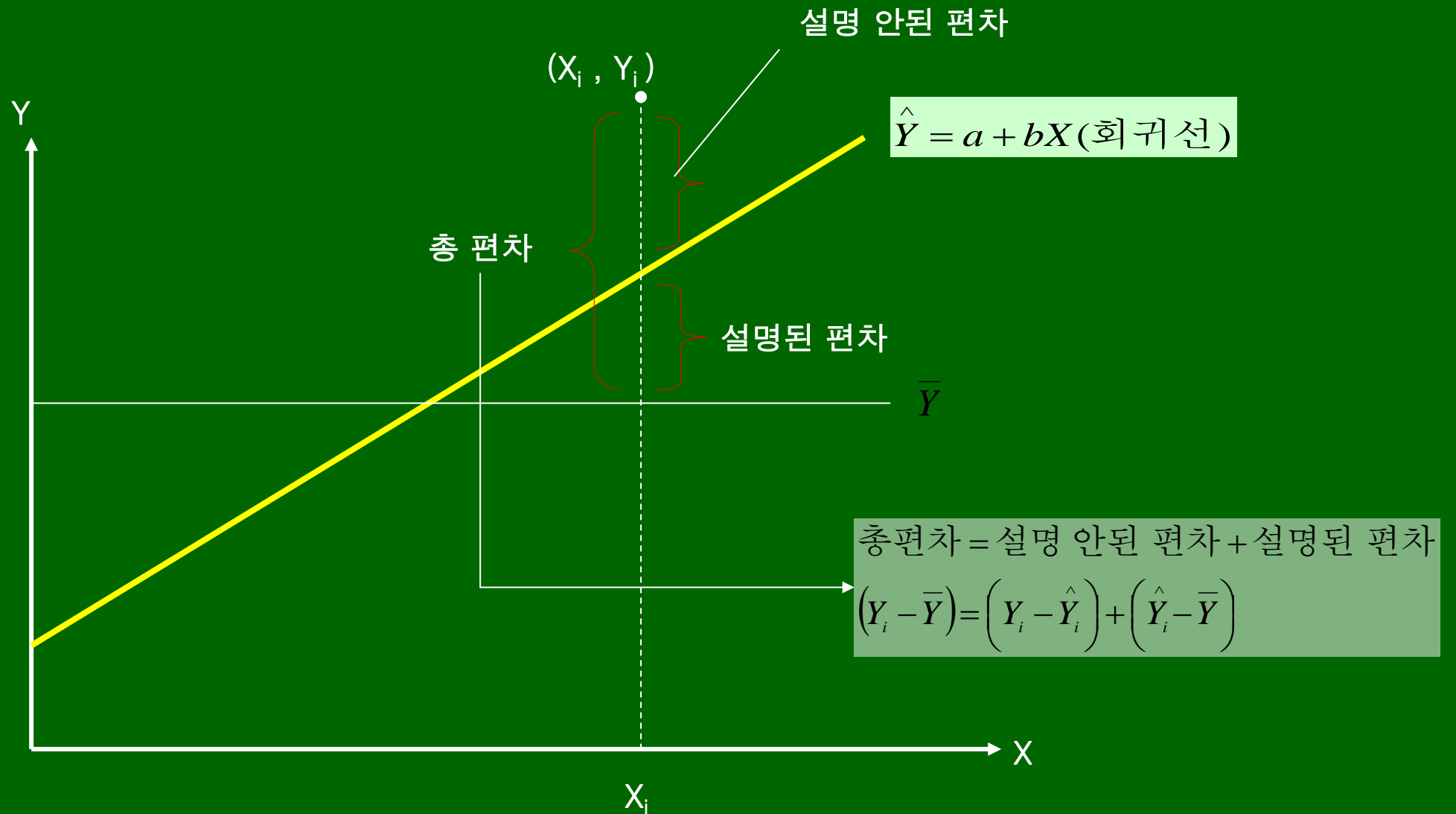
표본회귀선이 표본자료를 얼마나 잘 설명하는가를 평가하는 기준의 하나가 결정계수(coefficient of determination)이다.

### 총편차의 구성

총편차 = 설명 안된 편차 + 설명된 편차

$$(Y_i - \bar{Y}) = (Y_i - \hat{Y}_i) + (\hat{Y}_i - \bar{Y})$$

# 총 편차의 구성



## 결정계수

결정계수는 0부터 1까지의 값을 갖는데 표본회귀선이 모든 자료에 완전히 적합하면 결정계수는 1이 된다.

총제곱합 = 오차제곱합 + 회귀제곱합

$$\sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

$$SST = SSE + SSR$$

결정계수:

$$R^2 = \frac{\text{설명되는 변동}}{\text{총변동}} = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} = \frac{a\sum Y_i + b\sum X_i Y_i - n\bar{Y}^2}{\sum Y_i^2 - n\bar{Y}^2}$$

## 상관계수

### ➤ 상관계수(correlation coefficient)

두 변수의 짝 지은 관측치 사이에 존재하는 관계의 강도와 방향을 결정.

### ➤ 표본상관계수

회귀분석과 관련된 문제에 있어서 결정계수의 제곱근.

## 표본상관계수

$$r = \sqrt{R^2} = \sqrt{\frac{SSR}{SST}} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

## 표본상관계수의 특징

- $r$  은  $-1.0$ 부터  $+1.0$ 까지의 값을 갖는다.
- $|r|$ 이 클수록 두 변수 사이의 선형관계는 더욱 강하다.
- $r$ 이 0에 가깝다는 것은 두 변수 사이에 선형관계가 없음을 의미한다.
- $r = 1$  또는  $r = -1$ 은 두 변수 사이에 완전한 선형관계가 있음을 의미한다.  
즉 표본회귀선은 모든 표본점들을 통과한다.
- $r$ 이 0,  $-1$ ,  $+1$ 의 값을 갖는 경우는 실제로 흔치 않다.
- $r$ 의 부호가  $+$ 이면 두 변수의 관계가 정의관계이고  $-$ 이면 부의 관계이다.