

[www.microscopy.co.kr](http://www.microscopy.co.kr)

# 현미경을 이용한 유산균 관찰

## (교육자료)

소 속 : JNOPTIC co.,ltd

작성자 : 진재환 (JIN JAE HWAN)

작성일 : 2025-03-20

E-MAIL : jhjin@jnoptic.com

유산균을 관찰하기 위해서는 광학 현미경이 기본적으로 사용되지만, 연구 목적이나 분석 수준에 따라 다양한 현미경 옵션이 있습니다. 목적에 맞는 현미경을 선택하는 것이 중요합니다.

### 1. 일반적인 유산균 관찰 (형태 확인)

▶ 위상차 현미경 (Phase Contrast Microscope)

추천 이유: 유산균은 투명한 세포 구조를 가지므로, 위상차 현미경을 사용하면 염색 없이도 세포 내부 구조와 형태를 쉽게 관찰 할 수 있음.  
주요 특징: 살아있는 세포를 직접 관찰 가능, 별도의 염색 과정이 불필요.

▶ 명시야 현미경 (Brightfield Microscope)

추천 이유: 기본적인 형태 관찰이 가능하며, \*\*그람 염색 (Gram Staining)\*\*을 통해 유산균의 종류를 구분할 수 있음.  
주요 특징: 1000배까지 확대 가능, 세균 형태 및 염색 반응 관찰에 유리.

### 2. 세포 구조 및 기능 연구

▶ 형광 현미경 (Fluorescence Microscope)

추천 이유: 유산균 세포벽이나 특정 단백질을 형광 염색하여 세포 내부 구조 및 기능을 분석 가능.  
주요 특징: 특정 유전자 발현, 세포막 특성 연구 가능.

### 추천 장비 선택 가이드

일반 관찰 (형태, 크기 확인)

→ 위상차 현미경, 명시야 현미경

세포 내부 구조, 형광 염색 분석

→ 형광 현미경

고해상도 이미지, 3D 분석

→ 공초점 현미경

연구 목적과 필요에 따라 적절한 현미경을 선택하는 것이 중요합니다.

일반적인 유산균 관찰은 위상차 현미경이나 명시야 현미경이 가장 많이 사용됩니다.

# 유산균 검경 Youtube 동영상

- <https://youtu.be/1w34HeKqzA4?si=8L29JLj825oxWMid>
- <https://youtu.be/CEIbdliz5Yo?si=GkOPjcu2k1GHqMXb>

# 관찰법에 따른 이미지 비교

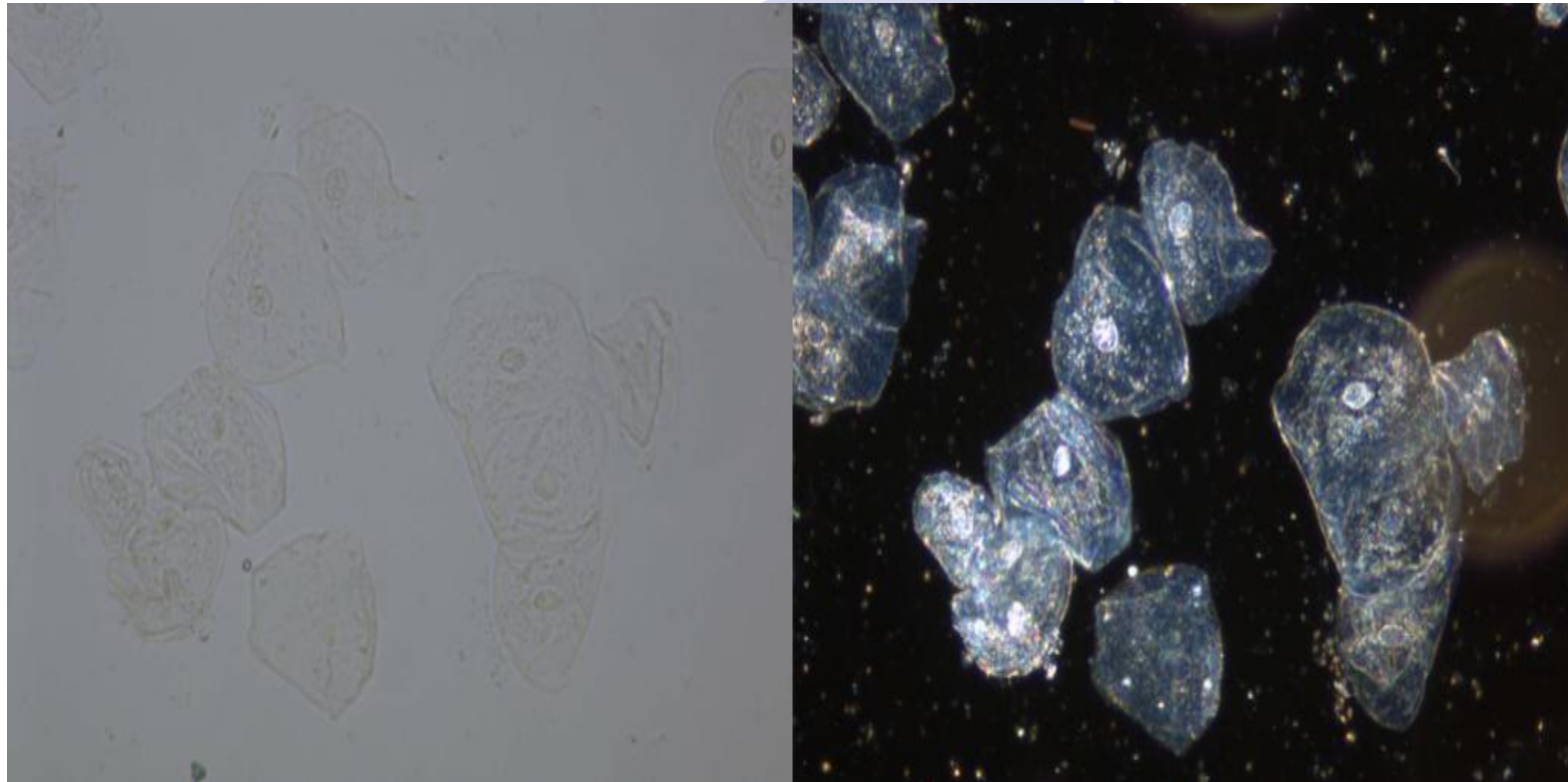


Bright field

Phase contrast

DIC

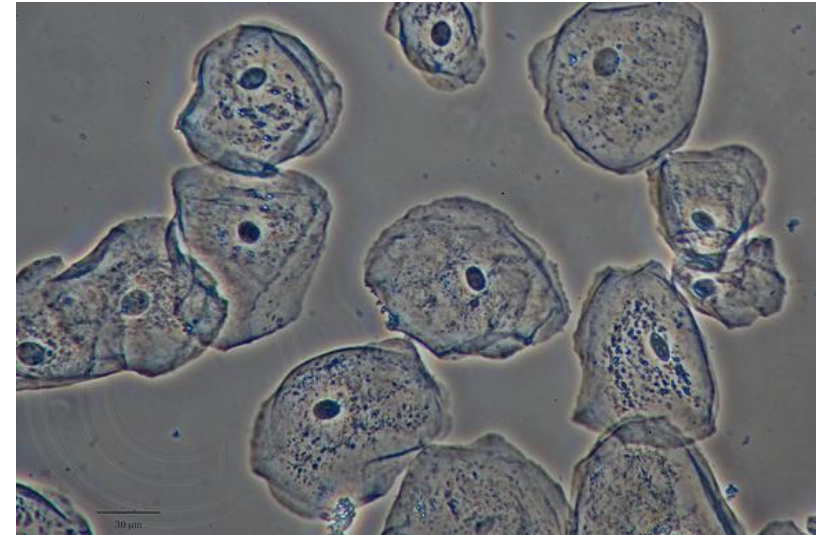
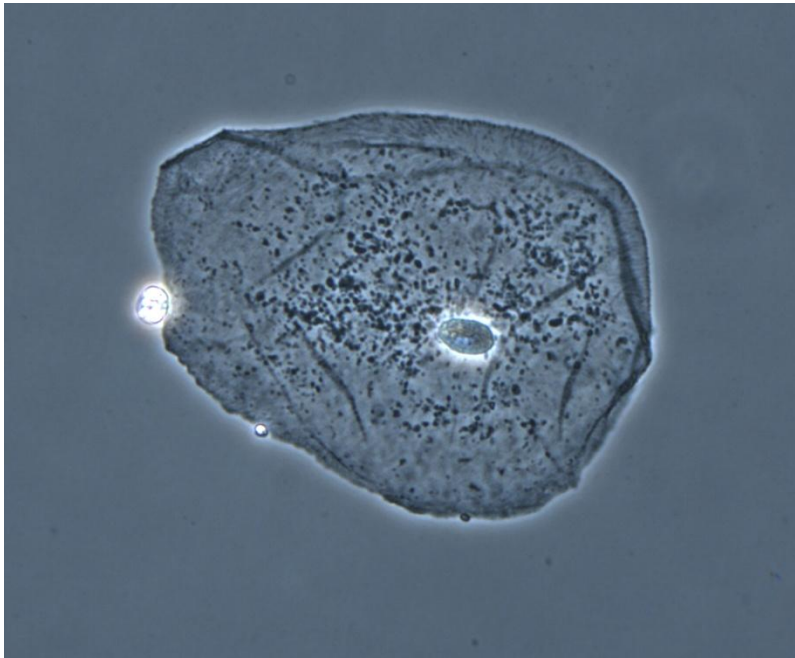
# 관찰법에 따른 이미지 비교



*Bright Field*

*Dark Field*

# Sample Image(Phase Contarst)



# 위상차 관찰법 구조

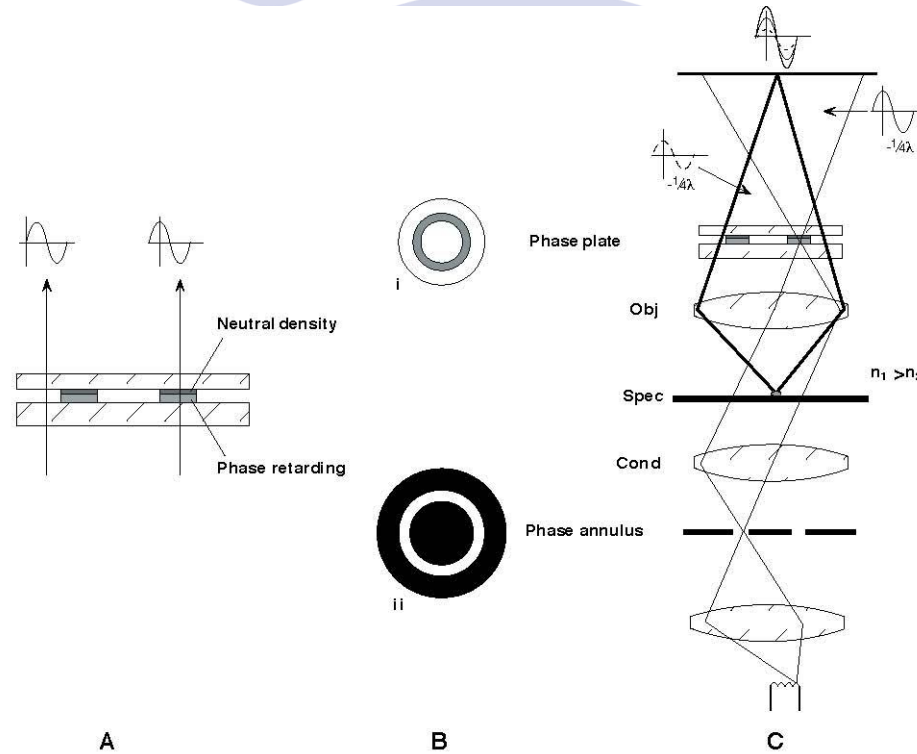
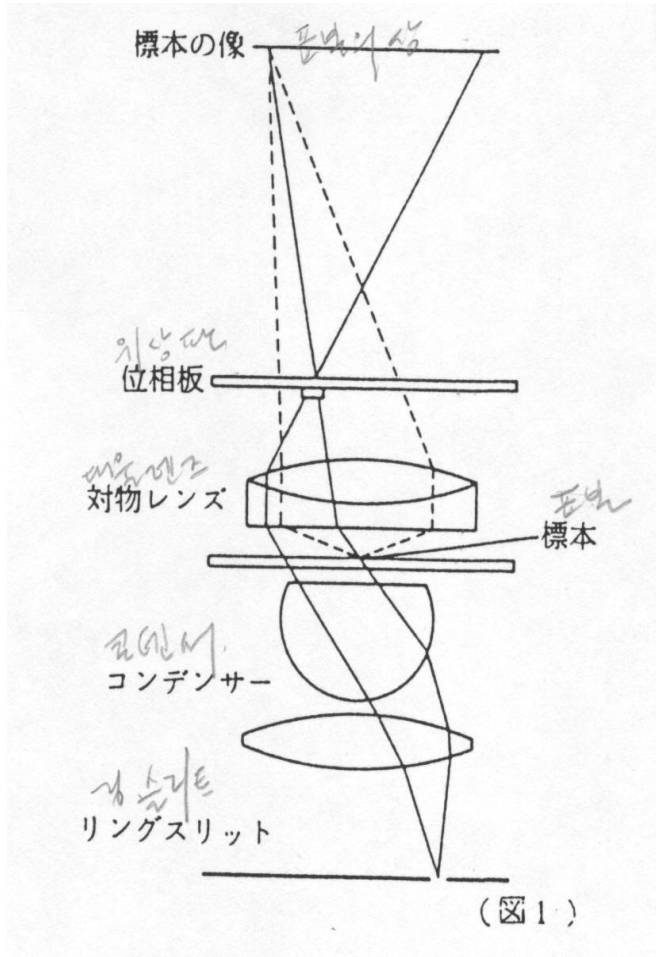


Figure 2-3

Zernike negative phase contrast. A: Construction of the phase plate showing the relative phase shifts induced by the phase rings. B: Face view of the phase annulus (ii) and phase plate (i). C: The optical path for phase contrast illumination. Cond: condenser lens; Spec: specimen plane; Obj: objective lens;  $n_1$ ,  $n_2$ : refractive index of the sample and background, respectively. (Figure C redrawn from Françon, 1968.)



# 위상차 현미경 (Phase-contrast Microscopy)

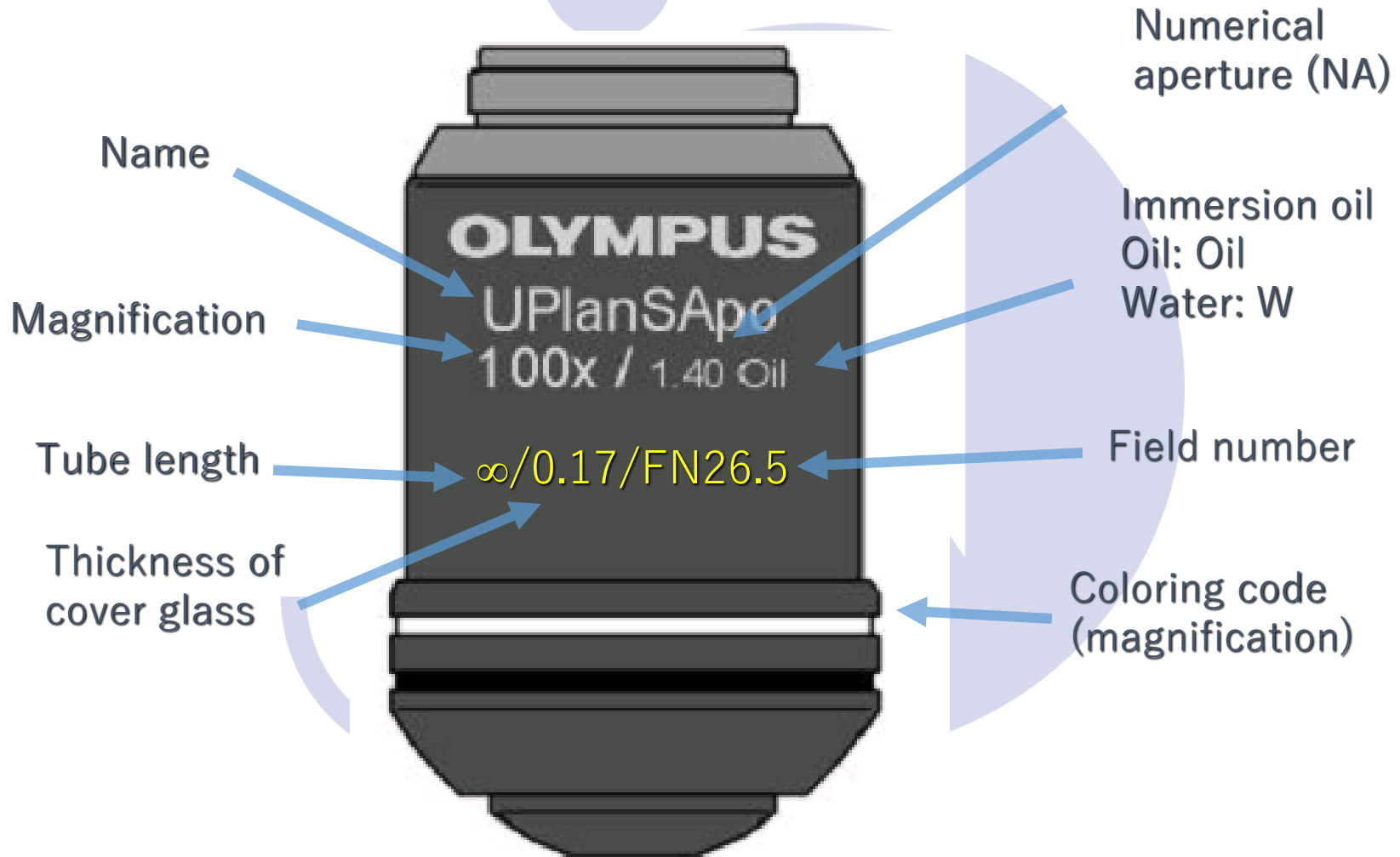


① 링 슬릿(Ring slit)에서의 빛으로 비추어진 표본의 입자는, 직진광과 입자에 의해 생긴 회절광과의 합성파에 의해 상을 만듦

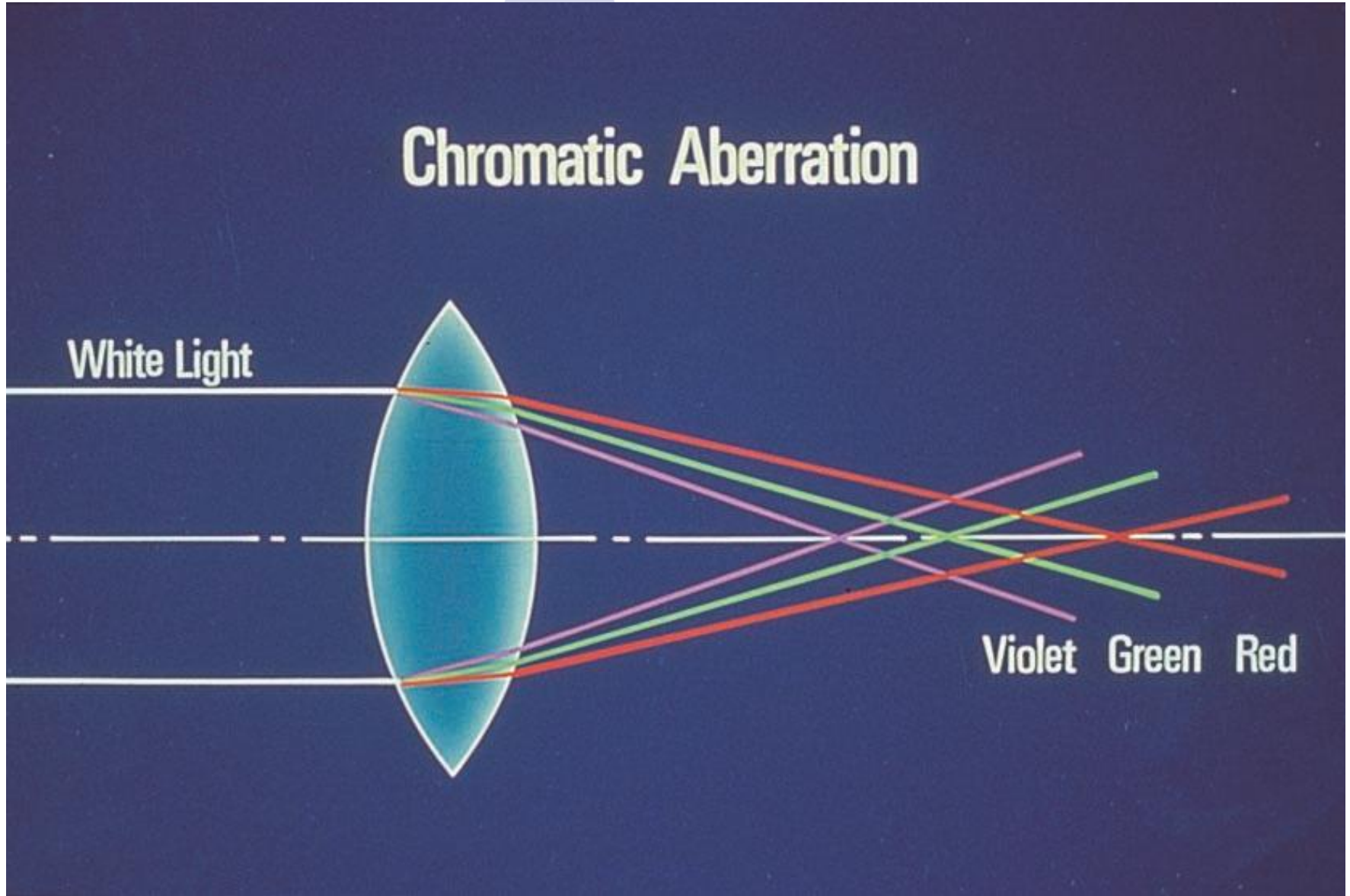
② 입자가 극히 적고 투명하므로 매질보다 조금 굴절율이 클 경우, 입자의 상을 만드는 합성파는 주위를 통과한 광파보다 위상이 늦어짐. 이것은 회절광이 직진광보다 약 1/4파장만 늦어지기 때문임.



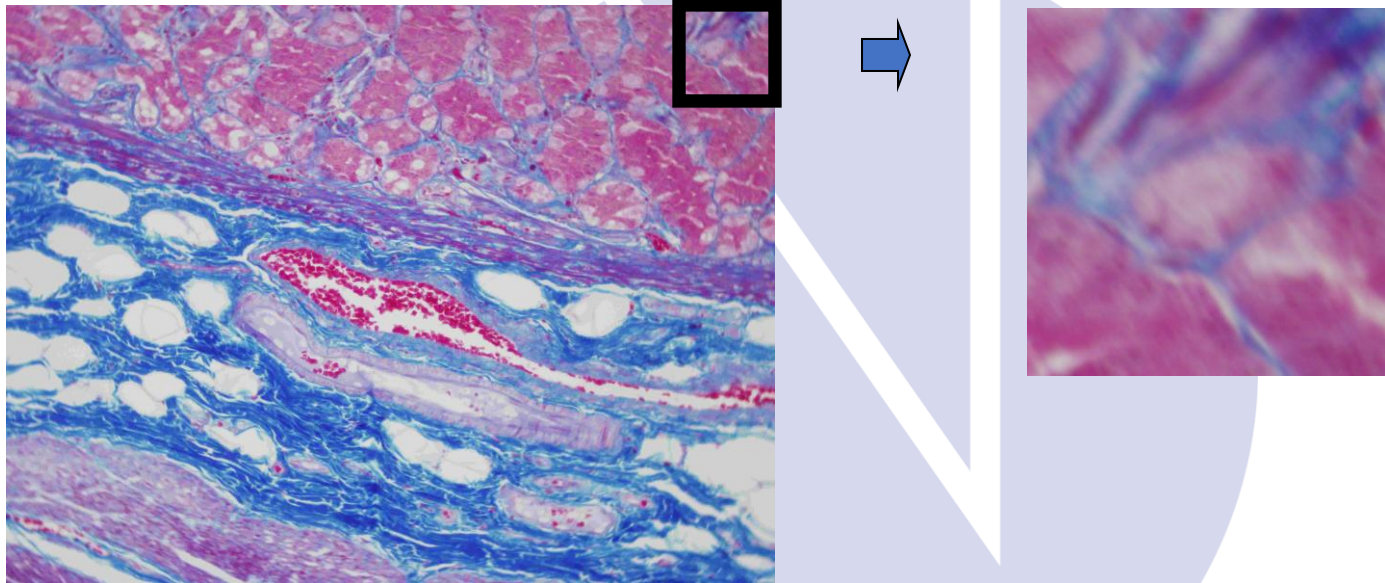
# OBJECTIVE UIS



# 색수차의 의미



# *Field of Curvature* 의 보정은 *Plan* 렌즈를 사용

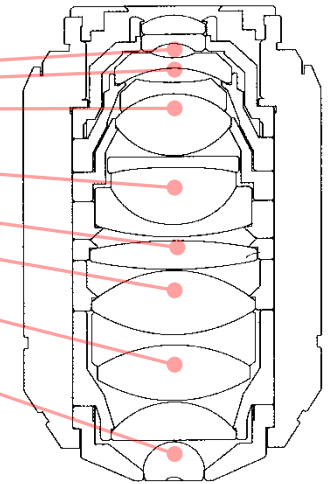


- 이미지의 중심은 초점이 잘 맞아 선명하나 중심에서 벗어 날수록 포커스가 흐려진다. 마찬가지로 주변부로 초점을 재초정하면 반대의 현상이 발생함.
- 중심부분과 외곽부분의 초점이 동일하지 않는 수차에 대한 명칭임

# ★Aberration [수차] : 구면 렌즈에 의해 맺혀진 상이 실제 모양과 틀러지는 현상

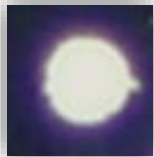
## -수차를 보정하기 위해서는 ??-

여러 개의 렌즈를 겹쳐서 디자인 함  
 그 디자인 설계에 따라 대물렌즈의 **급(grade)**과 **가격(price)**이 결정됨



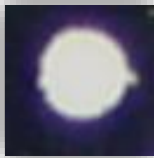
PLAPO100XO 의 설계 도면

## -색수차 보정-



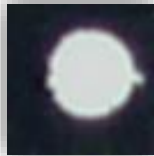
**ACH achromat**

Blue(486nm), Red(657nm) 영역을 보정



**FL Fluorite**

Blue(486nm), Red(657nm) Green/purple(437) 영역을 보정

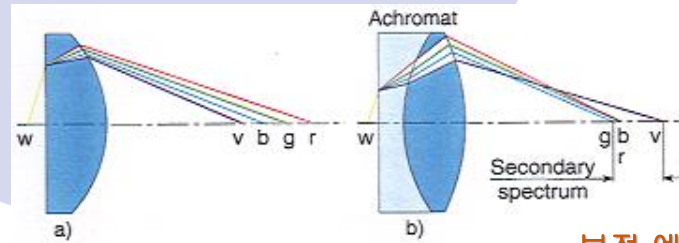


**APO apochromat**

437~657nm 영역을 보정 (IR쪽은 보정 못함)

**SAPO Super apochromat**

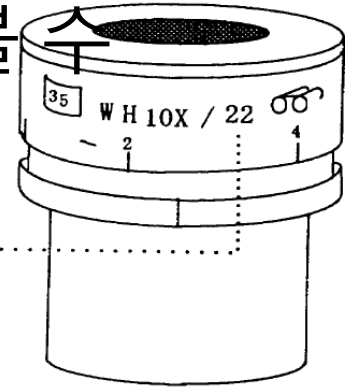
430~1000 영역을 보정



보정 예

## F.N. Field Number

- 접안렌즈를 통해서 어느 정도의 면적을 볼 수 있는지를 판단하는 기준이 된다.  
→ 접안렌즈의 표면에 F.N. 표시



- 계산식

❖ 실시야(직경 mm) =  $\frac{\text{접안렌즈의 F.N.}}{\text{현미경의 대물렌즈 배율}}$

## [W.D.-작동거리] *Working Distance*

- Sample에 초점(focus)을 맞추고 난후 대물렌즈 끝단에서 Sample (Cover glass를 이용하는 대물렌즈의 경우에는 cover glass 윗면)까지의 거리를 가르킨다.

# 레이리

(John William Strutt Rayleigh, 1842 ~1919 )

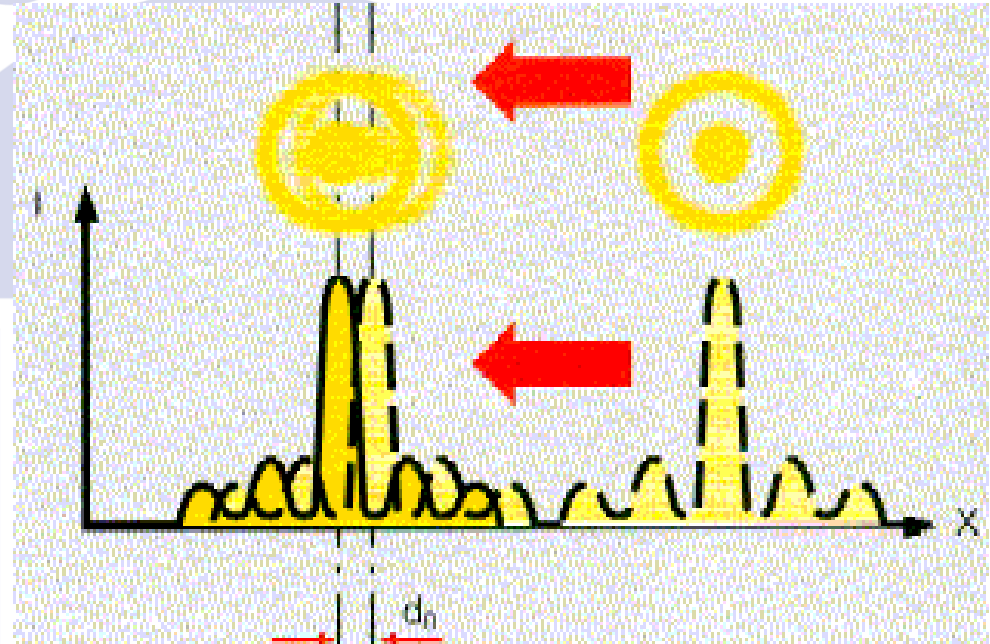
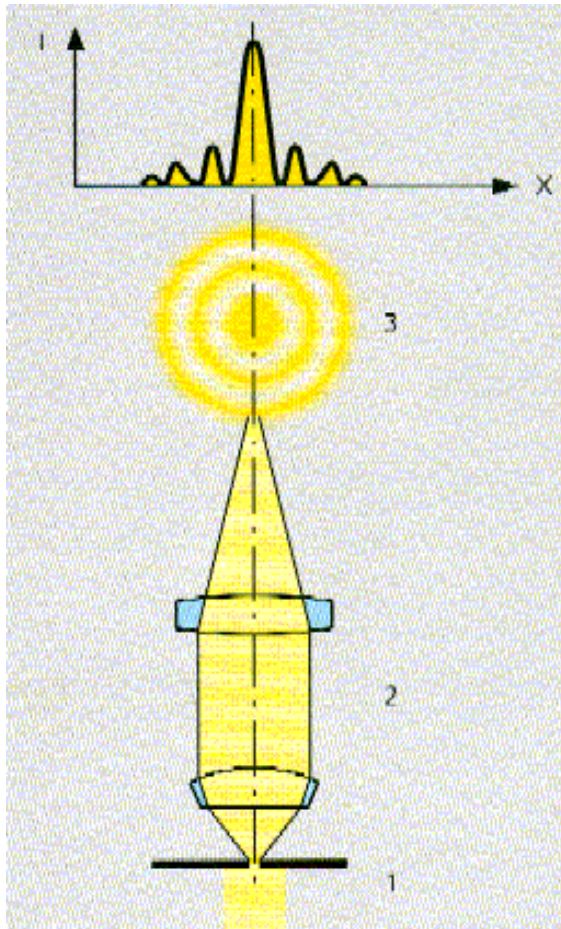


- 영국의 물리학자
- 1894년 W.램지와 함께 아르곤을 발견, 그 공로로 1904년 노벨물리학상을 받았다.
- 초기 연구는 광학 및 진동계에 관한 수리적인 것이었으나, 후에는 물리학 거의 전반에 걸친 이론적·실험적 연구로 나아가, 음향학·파동론·색채론·전기역학·전자기학·빛의 산란·유체역학·기체의 밀도와 점성, 모세관 현상·탄성·사진술 등을 연구했다.



# Rayleigh's Law

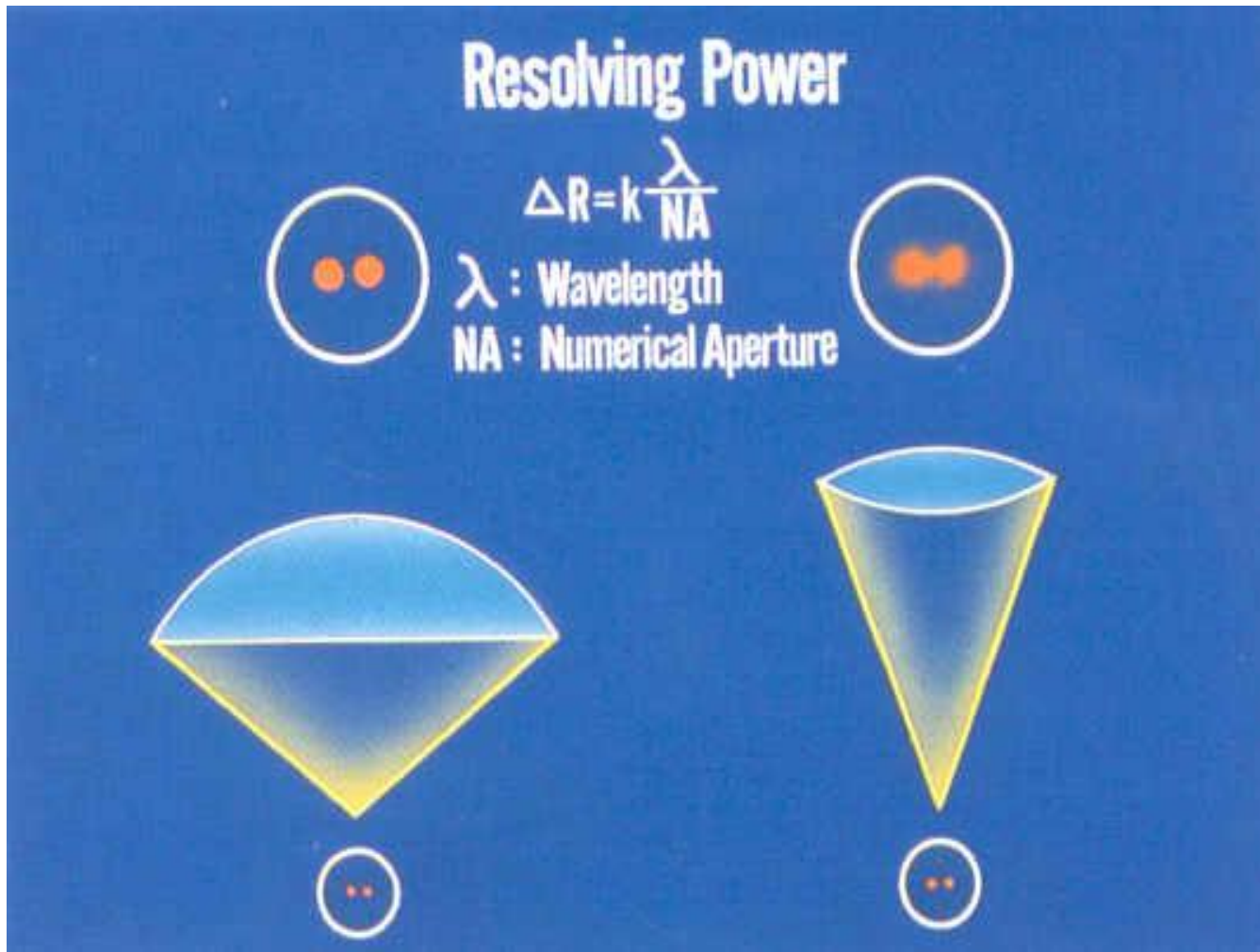
- 분해능은 관찰 파장의 반보다 작을 수 없다.



$$d_0 = \frac{1.22\lambda}{N.A. \text{ obj.} + N.A. \text{ cond.}}$$

$$d = \frac{\lambda}{2N.A.}$$

# [분해능] Resolving Power



**감사합니다**