



필름 카메라와 디지털 카메라

-감도와 화질-

글 : 미이 오부오/지바대학 공학부 화상공학과

◆은염필름과 디지털 카메라의 감도

필름 카메라에 의한 최적노출은 은염필름의 감도로 결정되는데, 은염필름의 감도는 규정된 화상농도(예를 들면 흑백 네거티브 필름에서는 0.1, 컬러 네거티브 필름에서는 0.2)를 얻는데 필요한 노광량(룩스초)을 기준으로 하여 구한 ISO스피드로 표시된다. 그러나 디지털 카메라에는 감도표시에 관한 명확한 규정이 없다.

현재의 디지털 카메라의 감도는 ISO스피드로 80~1600에 상당한다고 하며, 민수용의 대부분은 ISO100~200DP에 상당하는 것이다. 민수용 디지털 카메라는 저가격을 실현하기 위해 방송용이나 민수용 텔레비전 카메라용 CCD이미지

센서를 전용한 것이 대부분이다. 텔레비전 카메라에서는 렌즈의 F넘버와 출력신호의 SN비의 값을 규정하여 촬영신호의 조도(룩스)로 표시하는 방법이 채택되고 있다.

텔레비전 카메라가 대상으로 하는 표준적인 촬영신의 최저조도는 15~30룩스로서 CCD 이미지센서상으로는 0.15~0.3룩스이다. CCD 이미지센서는 필름축적의 경우 1/30초마다 리셋되므로 이것이 셔터속도에 대응한다고 생각하면 노광량으로 $5 \times 10^{-3} \sim 10^{-2}$ 룩스초(秒) 정도의 값이 되며 은염필름의 ISO100~200에 상당하는 것이 된다.

디지털 카메라에서는 영상신호 처리회로의 게인(이득)을 높여서 감도를 올릴 수가 있으나 SN비의 저하, 다시 말해서

화질의 저하가 발생하므로 한계가 있다. 은염필름의 증감현상과 유사한 현상이다.

◆화면 사이즈로 본 필름 카메라의 변천

필름 카메라의 흐름을 화면 사이즈의 변천으로 보면, 20세기 초두에 도입된 120롤에서 시작되어 127롤, 135롤, 126카트리지, 110카트리지, 디스크와 같이 화면 사이즈의 축소가 계속되고 있다. 1972년에 도입된 110카메라는 당초에는 출하 대수에 상당한 신장을 보였으나 결국은 불발로 끝났다. 그 주된 원인에, 110카트리지의 구조상의 문제에서 발생하는 초점 어긋남에서 비롯된 화질의 열악이 있었다. 마비카가 발표된 다음해인 1982년에 도입된 디스크 카메라



해 외 리 포 트

라는 여러면에서 합리적으로 설계된 필름 카메라이긴 하였으나 소화면 사이즈가 화근이 되어 완전한 불발로 끝났다.

공업제품 특성치의 변천으로 볼 때, 특성치의 대수(對數)와 발매년도가 직선관계가 되는 일이 많다는 것이 알려져 있다. 필름 카메라의 화면 사

이즈의 변천을 이 법칙에 따라 그래프화하면 (그림 1)과 같이 된다.

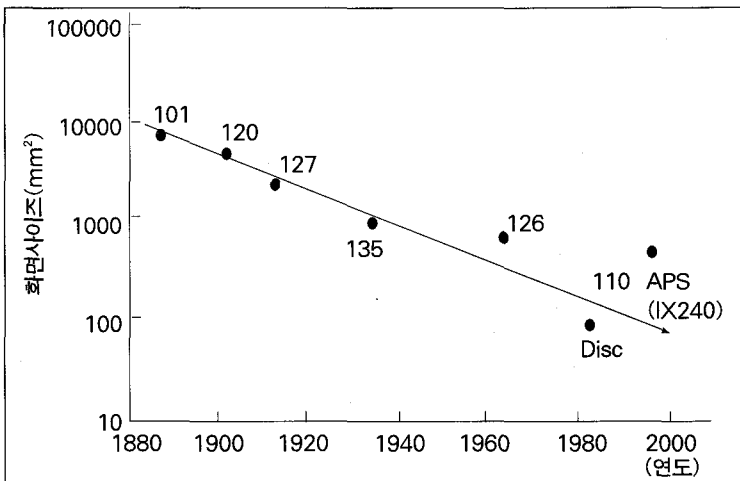
화면 사이즈의 소규격화는 은염필름의 화질(입상성과 MTF 등) 향상기술의 진보에 기인하지만 디스크 카메라의 실패는 그 화면 사이즈가 은염 필름의 화질향상 스피드에 아

주 못미친 결과로 보여지며, 화질의 좋고 나쁨이 화상 시스템 보급의 중요한 요소가 됨을 알 수 있다. 이점에 있어서 1996년에 도입된 신사진 시스템 APS (IX240)은 충분히 여유가 있는 화면 사이즈로 설정되어 있다.

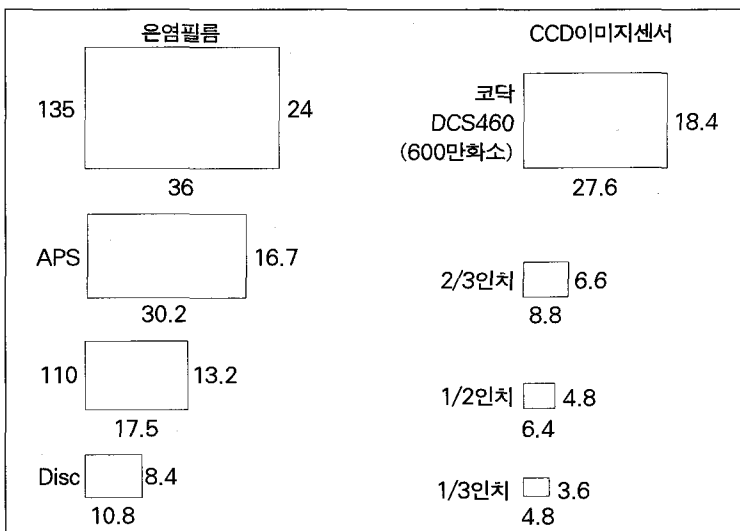
◆ 필름 카메라와 디지털 카메라의 화면 사이즈

은염필름의 화면 사이즈와 디지털 카메라에 사용되고 있는 주(主)CCD이미지센서의 화면 사이즈를 비교하면 (그림 2)와 같다. 최근의 디지털 카메라의 CCD이미지센서의 사이즈의 주류는 업무용이 2/3인치, 민수용이 1/3인치거나 그보다 작은 1/4인치이며, 디지털 카메라 붐을 일으킨 카시오 QV-10과 그 접속기는 더욱 작은 1/5인치이다.

디지털 카메라의 화질은 CCD이미지센서의 화소수에 크게 의존하는 것에서 현재상태에서는 화소수로 평가하는 일이 많다. CCD이미지센서의 화소수를 늘이는데는 집적도를 높일 필요가 있다. CCD이미지센서는 발광부를 제외한 화면 전체가 2층 폴리실리콘 전극으로 덮여져 있으나 그 속에 결합에 의한 쇼트포인트가 한점이라도 있으면 작동불량이 된다.



(그림 1) 필름카메라의 화면 사이즈의 변천



(그림 2) 필름 카메라와 디지털 카메라의 화면 사이즈(숫자 단위는 mm)의 비교



해 외 리포트

결함에 의한 쇼트포인트가 발생하는 확률에서 결함수는 1 cm²당 5개 정도가 허용한계라고는 하지만 화면 사이즈와 양품

의 사이에는 경험적으로 (그림 3)과 같은 관계가 있어 화면 사이즈를 크게 하면 양품수율이 극단적으로 나빠진다. 그래서 저가격에는 소 사이즈가 절대조건이 된다.

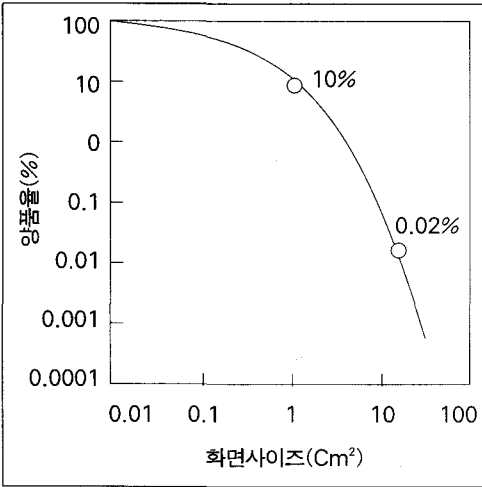
구해 135필름 한 화면당 화소수를 대략 계산하여 CCD를 주로 하는 텔레비전 카메라용 고체 이미지센서의 화소수의 변천과 비교한 것이 (그림 4)이다.

신생기에 있는 고체 이미지센서의 화소수의 향상 스피드에는 눈부신 점이 있지만 양품수율이 나 코스트가 문제가 되는 시판품으로 보면 컬러네거티브 필름과 별 차이가 없음을 알 수 있다.

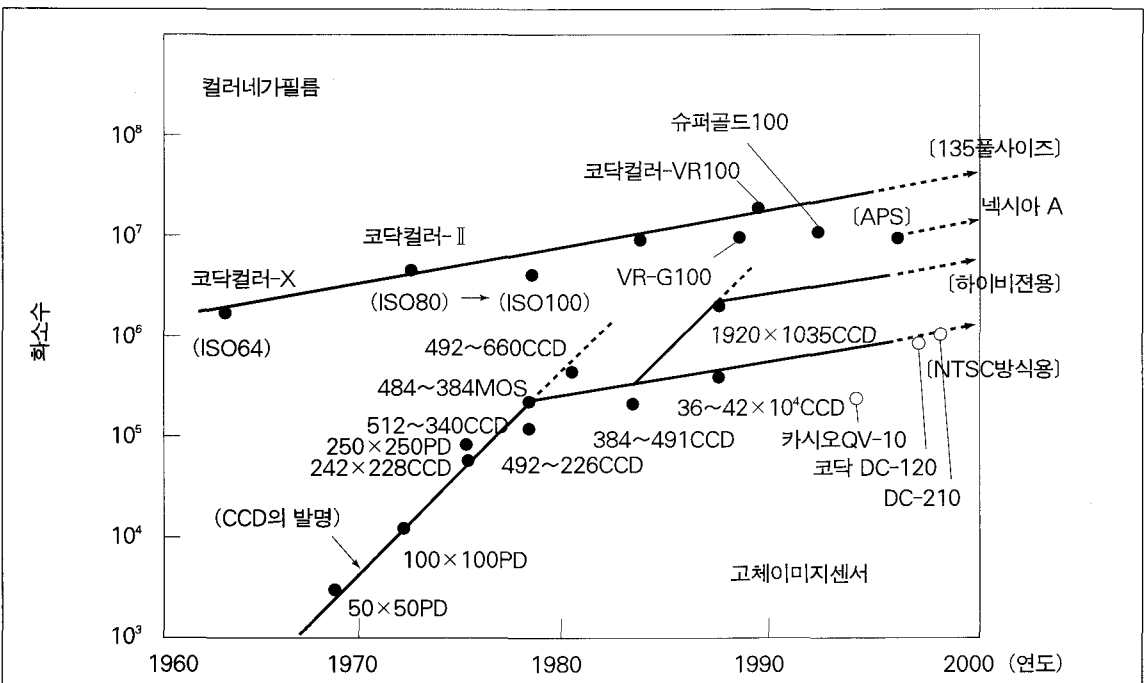
CCD이미지센서의 경우엔, 현행기술로 고화소수로 하는데는 화면 사이즈를 크게 하지 않으면 안된다. 화면 사이즈를 크게하면 수율이 극단적으로 나빠진다. 이점 은염필름은 화면 사이즈를 자유로이 택할 수 있

◆ 화소수로 본 은염필름과 CCD이미지센서

은염필름과 CCD 이미지센서의 화질 향상 스피드를 비교하기 위해 코닥 컬러 네거티브 필름의 화소 사이즈를 Thomas의 방법에 따라



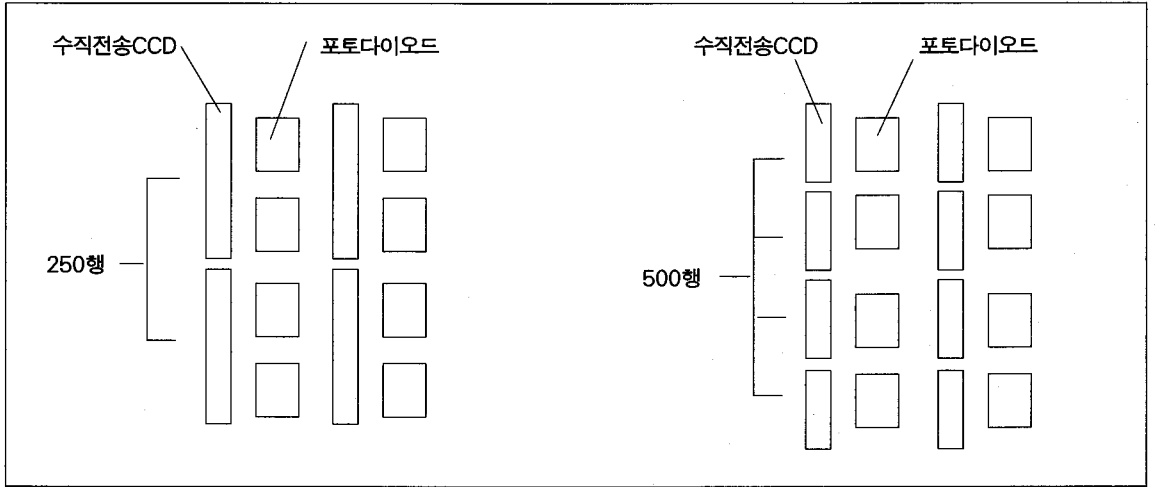
(그림 3) CCD이미지센서의 화면 사이즈와 양품율의 관계 (결함수 5개/cm²)



(그림 4) 화소수의 변천으로 비교한 은염필름과 CCD이미지센서



해 의 리 포 트



(그림 5) 인터레스 CCD이미지센서(왼쪽)와 전화소 읽어내기 CCD이미지센서(오른쪽)

므로 대형 카메라의 사용으로 쉽게 고화질화가 가능하다.

◆민수용 디지털 카메라의 CCD이미지센서

디지털 카메라는 업무용과 민수용으로 가격면에서 크게 분류되고 민수용에는 방송용과 민수용의 텔레비전 카메라용 CCD이미지센서가 전용되고 있다. 양산하는 CCD이미지센서 쪽이 저가격을 실현하기 쉽기 때문이다.

텔레비전 카메라용 CCD이미지센서는 주파수 대역이 비디오 포맷에 의해 해상도의 상한이 규정되므로 소정의 화소수 이상은 불필요하다. 그렇기 때문에 방송용에서도 40만~60만 화소가 가장 일반적이며 민수용에서는 36만 화소 정도로 충분하므로 최대라고해도 38만 화소, 가장 생산량이

많은 것은 25만 화소이다.

또 현행 텔레비전 방식은 어느쪽이든 2매의 필그림(2 필드)으로 1 화면(1 프레임)을 표현하는 인터레스 방식이므로 텔레비전 카메라용 CCD이미지센서는 모두 인터레스 모드에서 구동된다. 그래서 수직 화소수가 500행이 있어도 수직 전송 CCD는 그 절반인 250행 분량의 전송용량 밖에 없다.(그림 5 왼쪽)

그러나 디지털 카메라로는 한 장으로 한 화면을 표현해야 할 필요가 있으므로 텔레비전 카메라용 CCD이미지센서를 전용한 경우, 다음 두가지 방법 중 어느 쪽인가에서 구동된다.

1) 해상력을 중시하는 경우, 필름 카메라와 같은 광학 셔터에 의해 전화소(수직 500화소)에 상(像)정보를 축적한 후에 수직 250화소

씩 2회로 나누어 읽어내어 외부에서 한매로 합성하는 방법

2) 카메라 기구나 전자회로의 간단함을 우선하는 경우, 하나의 필드만 읽어내거나 두 필드의 영상신호를 내부에서 가산하여 1 필드로 압축하고나서 읽어내는 방법.

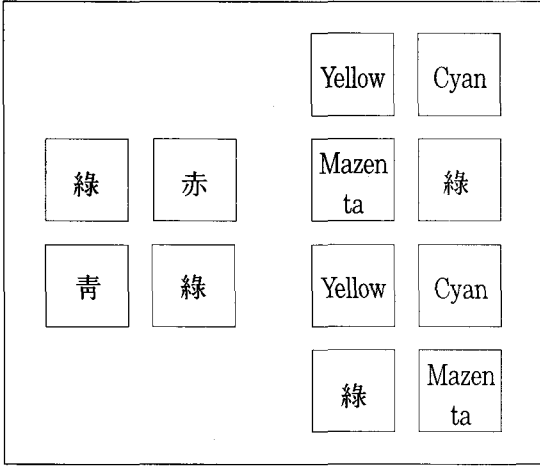
◆민수용 디지털 카메라의 컬러 필터

민수용 디지털 카메라에서는 민수용 텔레비전 카메라와 마찬가지로 저코스트화를 위해 CCD이미지센서를 한개 사용하여(단판식), 모자이크 필터로 색분해를 하고있는 것이 일반적이다. 모자이크 필터의 색필터 배열은 (그림 5)에 보이는 베이어 배열과 보색 배열이 있다.

베이어 배열의 모자이크 필



해 의 리 포 트



(그림 6) 베이어 배열 (왼쪽) 과 보색 배열(오른쪽)

터를 사용하면 화소수가 약 1/3 (녹 1/2, 적과 청 1/4)이 되지만, 보색 배열의 모자이크 필터에서는 화소수를 1/2이상 (녹 3/4, 적과 청 1/2) 유지할 수가 있으므로 해상도, 감도면에서 유리하게 된다. 텔레비전 카메라용의 CCD이미지센서를 사용한 민수용 디지털 카메라는 모자이크 필터도 함께 전용하므로 보색배열이 일반적이다.

1997년 여름 경부터는 100만 화소가 넘는 전용 정방화소 CCD이미지센서를 사용한 저가의 민수용 디지털 카메라가 등장하기 시작했다.

◆ 업무용 디지털 카메라의 CCD이미지센서와 컬러 필터

디지털 카메라는 텔레비전 카메라와 달리 규격상의 속박이 없다. 따라서 가격면의 제

약이 비교적 덜한 업무용 디지털 카메라에서는 130만 화소, 600만 화소, 그중에는 1600만 화소 (Dico-med사의 Big Shot 4000)과 같은 전용의 정방화소 CCD이미지센서가 사용되고 있다.

업무용 디지털 카메라는 3색분해 광학계와 CCD이미지센서 3개 (3판식)를 사용한 것도 적지않다. 처음부터 독립된 읽어내기를 전제로한 전화소 읽어내기 CCD이미지센서 (그림 5 오른쪽) 1개를 사용한 업무용 단판식 디지털 카메라에서는 해상도와 감도에서는 불리해도 색재현에 뛰어나서 영상신호 처리회로가 간단해지는 베이어 배열의 모자이크 필터가 많이 이용되고 있다.

◆ 필름 카메라와 디지털 카메라의 화질

디지털 카메라의 화질은 광학계(렌즈, 로버스 필터, 모자이크 필터 등)의 성능, CCD이미지센서의 화소수, 영상신호 처리기술(화상보완, 화상강조, 화상압축 등), 디스플레이나

프린터의 성능 등에 크게 의존하는 등 복잡하다.

그러나 필름 카메라도 시스템으로 취급할 때는 마찬가지로 여서 카메라, 필름, 페이퍼, 프린터 등의 성능이 총합되어 복잡하게 된다.

필름 카메라 시스템에서는 오래전부터 카메라 렌즈의 화질과 은염필름의 화질이 별개로 평가되어 왔다. 디지털 카메라도 카메라 렌즈와 디지털 필름(필터, CCD 이미지 센서, 영상신호 처리회로, 메모리 등의 조합)으로 이루어 진다고 생각하면 같은 취급이 가능해진다.

그러나 민수용 디지털 카메라의 경우에는 CCD이미지센서의 소규격화가 피할 수 없게 되고 그 결과 카메라 렌즈의 성능이 특히 중요하게 됨과 동시에 이미지센서의 구조상에서 오는 광학적인 문제가 발생한다.

1996년 말에 처음으로 디지털 카메라의 렌즈의 중요성을 여필시킨 신문광고가 출현했다. 디지털 카메라도 카메라 렌즈의 성능면에서의 평가가 시작되고, 100만 화소 이상의 CCD이미지센서를 사용하는 소위 메가픽셀(Mega Pixel-백만화소) 시대의 도래를 느낄 수가 있다.

※자료 : 일본 월간 「사진공명」 '98년 2월호