

누에고치의 분광성에 관한 계통별 변이 및 한성적 발현

한 명 세

경북대학교 농과대학

Variation and Sex-limited Expression of Fluorescent Color by Ultraviolet Spectrum on the Silkworm Cocoon

Myung Sae Han

College of Agriculture, Kyungpook National University, Daegu, 702-701 Korea

ABSTRACT

Ultraviolet wavelength (UV) of 366 nm produced clearer fluorescent color than that of 254 nm for the inspection of silkworm cocoons. Fluorescent color of silkworm cocoons varied in color, appears no relationship with the natural color under the normal light. Uniformity of fluorescent color was improved by selection of blue or yellow line from wild types. Blue and yellow, located at the opposite poles on the color solid and $L^*a^*b^*$ color system, confirmed as pure standard of fluorescent color in the silkworm races for commercial white cocoons. The cocoons with blue fluorescence occupied as high as 1.7 to 8.6 times than those with yellow in the Japanese silkworm races. Fluorescence of silkworm cocoon was not affected by forced flow dry at 70°C for 6 hrs. While the Japanese races revealed no sexual difference in fluorescent color, sex-dependence of the color was common in the Chinese races for commercial white cocoon. The fluorescence of cocoon shell of Chinese races showed clear separation of blue female by contrast with yellow male, however, fewer strain segregative with broad borderline of median color. Silkworm strain of Dc20 and Fc24 were sexually segregated $98.8 \pm 1.20\%$, $99.0 \pm 1.00\%$ by cocoon fluorescence, as high as that of $99.3 \pm 0.44\%$ by typical larval marking of sex-limited inheritance. Specific expression of cocoon fluorescence, applicable to breeding or simple discrimination of sex for Chinese races, inspected thoroughly on the surface and inner layer of cocoon shell.

Key words : Sex-limited expression, Silkworm cocoon, Fluorescent color, Ultraviolet spectrum

緒 論

紫外線은 絹素材의 黃變을 야기하는 要因으로 物性變化와 관련된 연구에 흔히 이용되고 있으나(Kawahara *et al.*, 1996; Kuwahara, 1968), 일정한 과정을 누에고치에 照射할 경우 螢光색이 발생하는 특성 또한 잘 알려져 있다(Lombardi, 1929). 白色繭 품종에서 누에고치 螢光색은 암컷에 紫色螢光 수컷에 黃色螢光 고치가 많으며, 黃色繭 품종에서 암고치는 明黃色螢光 수컷은 暗黃色螢光을 띠는 경우가 많다고 한다(Yamazaki and Taniguchi, 1932). 그리고, 黃色螢光의

경우에는 明黃色이 暗黃色에 대하여 불완전 우성인 것으로 밝혀졌으나, 黃色 및 紫色螢光 간의 우열관계는 상반된 主張이 제기된 바도 있다(Yamazaki and I-tinose, 1936). 그러나 이러한 결과는 서로 相異한 공식 품종 및 접근방식에 따른 차이에서 야기되었으며, 현행의 장려품종을 중심으로 형질이 균일한 계통의 고정은 물론, 이를 이용한 螢光색 형질의 再檢討 및 生理遺傳에 관한 基礎研究의 필요성이 提起된다.

또한, 고치螢光색은 세리신의 溶解性과도 관련이 있음을 확인할 수 있으며(Chang and Nahm, 1988; Matsubara, 1993), 絹絲 製造工程 및 高品質化와 관련된 實用形質로서도 개발 가능성에 대하여 注目할 價値가 있는 것으로 판단된다. 原料繭의 分光學性은 普

透光 조건에서 육안으로 판별하기 어려운 特性이지만, 紫外線 Spectrum에서는 관찰이 매우 容易하다. 그러므로, 分光性의 解明을 통하여 더욱 精密하게 原料繭의 性狀을 분석할 수 있는 방법론이 확립된다면, 새로운 누에 유전자원 개발에 기여하며, 분광학성이 特殊하거나 균일한 원료견 생산을 위한 새로운 누에 품종 육성 및 고급 絹素材 개발을 위하여 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

材料 및 方法

1. 分光性 調査

원료견의 분광성을 調査하는데 사용한 紫外線燈은 San Gabriel 社의 Minerallight lamp(Model; UVGL-58)로서, 可視光線 Spectrum에 가까운 366 nm의 近紫外線을 주로 이용하였고, 近紫外線과 遠紫外線의 중간영역인 254 nm의 파장에 의한 관찰을 並行하여 그 결과를 비교하였다. 그리고, 暗 조건에서 누에고치에 UV를 照射하여 발생하는 형광색은 L*a*b* 表色系에 근거하여 분석하였으며(Kim, 1991), 누에고치에서 관찰된 형광색의 사진은 F-601 Nikon 카메라로 撮影하였다.

2. 試驗用 原料繭 및 누에 品種

육종 재료 및 누에 유전자원 보존을 위하여 累代 사육중인 19 계통과 국내산 멧누에 계통을 비롯하여 現行 장려품종의 일본계 및 중국계 원종 및 근연계통 16 종 등 35 종류의 원종과 5품종 이상의 교잡종 누에를 대상으로 조사하였다. 누에 사육은 각 계통 및 품종별로 5반복 이상을 선정하고, 표준 사육법에 준하여 1구별로 桑葉育을 하였으며, 상숙 1주일 후 수견된 生繭 또는 열풍건조기 70°C에서 6-7시간 정도 乾繭한 상태의 누에고치에 대하여 외층 및 내층 형광색의 특성과 限性形質에 대한 性比 등을 조사하였다.

結果 및 考察

1. 누에고치 형광색의 系統別 變異

누에고치의 分光性 관찰을 위한 紫外線은 254 nm의 단파장 보다 366 nm의 장파장을 照射한 경우 더 뚜렷하고 강한 형광색이 발생하였다. 즉, 紫外線 照射 조건이 254 nm인 경우의 형광색은 어두운 黃白色 및 靑白色으로서 식별이 명확하지 않은 시료가 366 nm에서는 濃靑色 및 濃靑色으로 명확하게 구분되었다.

Table 1. Variation of ultraviolet spectrum in the silkworm cocoons of genetic stocks

| Silkworm Strains | Origin | Cocoon Color by Light Source | |
|------------------|-------------|------------------------------|---|
| | | Visible Light | Ultraviolet Wavelength (366 nm) |
| Tw | Baghdad | White | Yellow>Blue>White |
| Oh | KWpB | White | Blue, Yellow, White |
| K9 | KH908 | White | Light Blue, Light Yellow, White |
| SS | Cheongsook | White | Blue, Yellow, White |
| Cp | Jam 119 | White | Blue, Yellow, White |
| Ww | Yulgukjam | White | Blue, Yellow, White |
| Wy | Yulgukjam | Yellow | Blue, Yellow, Reddish Orange, Pink, Violet |
| Le | L.T | Yellow | Dark brown>Brown>Mosaic of Dark brown and Yellow>Yellow |
| Ys | Shansurian | Yellow | Brownish orange>Yellowish brown>Pale yellow |
| Yw | YW | Yellow | Yellow>Blue Brown White Mosaic |
| Ry | Yellow-R | Yellow | Dark yellow>Light yellow |
| Yp | Ap-(p) | Yellow | Yellow>Mosaic of Dark brown and Yellow/*Inside; Pale yellow |
| Mw | B.Mandarina | Yellow | Pale yellow>Vivid Yellow |
| N1 | N12 | Gamboge | Beige gray, Light brown, Vivid Yellow, Pale yellow |
| N7 | Daejo | Green | Vivid yellow, Dark yellow |
| Xe | G1042 | Green | Yellow |
| Tg | Baghdad | Pale green | Yellow>Blue>Pink>White |
| Pk | Red Cocoon | Pink | Blue, Violet, Pink, Yellow, White |

따라서, 누에고치 형광색의 관찰에는 遠紫外線과 近紫外線의 중간 영역인 254 nm의 파장을 이용하는 경우도 있으나(Chang and Nahm, 1988), 단파장 보다는 近紫外線 영역인 366 nm의 장파장이 더 유효한 것으로 밝혀졌다. 그러므로 본 연구에서는 이후의 모든 시험구는 暗條件에서 366 nm의 紫外線을 照射하였을 때 관찰된 형광색을 기준으로 정하였고, 그 결과를 비교 분석하였다. 보통광 조건에서 누에고치의 固有色이 白色繭인 경우의 형광색은 청색과 황색을 비롯하여 흰색과 중간색 등이 관찰되었고, 黃色繭 또는 기타 有色繭은 황색과 청색을 비롯하여 회색 분홍 보라 등 多様な 형광색이 발생하였다. 白色繭 및 有色繭 누에고치의 형광색은 固有色과 무관하게 계통 또는 품종

에 따라 다양한 색을 나타내고 있음을 확인하였다 (Table 1). 그리고, 열풍건조한 경우와 생고치의 형광색은 뚜렷한 차이가 관찰되지 않았다.

한편, 장려품종인 교잡종 白色繭의 螢光色은 청색 황색 및 중간색이 混在하였으며, 교잡종 누에고치의 형광색을 구명하기 위하여는 다음의 5계통 원종에 대하여 정밀조사를 실시하였다. 현행 장려품종 원종으로부터 선발된 일본계 원종 Aj07, Cj19, Ej23, Gj13, Ij25는 각각 잠107, 잠119, 잠123, 잠113, 잠125에서 선발된 계통으로서 分光性은 原系統과 같은 특성을 보였다. 일본계 5계통의 螢光은 모두 청색 황색 및 중간색 개체가 주류를 이루는 공통점을 보였고, 일본계 원종에서 중간색을 띠는 개체가 다수를 차지하는 점

Table 2. Fluorescent color of white cocoons following illumination of ultraviolet wavelength (366 nm) in the female and male of original silkworm strains for commercial varieties

| Strains | Replicates | Female Cocoons (%) | | | Male Cocoons (%) | | |
|---------|------------|--------------------|------------|-----------|------------------|------------|-----------|
| | | Blue | Median | Yellow | Blue | Median | Yellow |
| Aj07 | 1 | 48 | 0 | 52 | 52 | 0 | 48 |
| | 2 | 57 | 29 | 14 | 44 | 11 | 45 |
| | 3 | 25 | 58 | 17 | 24 | 46 | 30 |
| | 4 | 60 | 40 | 0 | 40 | 34 | 26 |
| | 5 | 24 | 76 | 0 | 22 | 78 | 0 |
| | Mean | 42.8±7.73 | 40.6±12.92 | 16.6±9.52 | 36.4±5.81 | 33.8±13.72 | 29.8±8.56 |
| Cj19 | 1 | 39 | 12 | 49 | 63 | 6 | 31 |
| | 2 | 51 | 47 | 2 | 71 | 29 | 0 |
| | 3 | 17 | 83 | 0 | 16 | 83 | 1 |
| | 4 | 13 | 87 | 0 | 15 | 85 | 0 |
| | 5 | 22 | 78 | 0 | 20 | 80 | 0 |
| | Mean | 28.4±7.18 | 61.4±14.22 | 10.2±9.71 | 37.0±12.34 | 56.6±16.39 | 6.4±6.15 |
| Ej23 | 1 | 70 | 0 | 30 | 46 | 39 | 15 |
| | 2 | 25 | 50 | 25 | 24 | 52 | 24 |
| | 3 | 42 | 26 | 32 | 45 | 17 | 38 |
| | 4 | 47 | 42 | 11 | 40 | 55 | 5 |
| | 5 | 43 | 57 | 0 | 50 | 50 | 0 |
| | Mean | 45.4±7.22 | 35.0±10.16 | 19.6±6.12 | 41.0±4.54 | 42.6±6.95 | 16.4±6.80 |
| Gj13 | 1 | 43 | 57 | 0 | 60 | 40 | 0 |
| | 2 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 3 | 51 | 49 | 0 | 50 | 9 | 41 |
| | 4 | 56 | 36 | 18 | 63 | 25 | 12 |
| | 5 | 45 | 55 | 0 | 44 | 56 | 0 |
| | Mean | 59.0±10.50 | 39.4±10.69 | 3.6±3.60 | 63.4±9.77 | 26.0±10.15 | 10.6±7.95 |
| Ij25 | 1 | 6 | 94 | 0 | 0 | 93 | 7 |
| | 2 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| | 3 | 0 | 95 | 5 | 6 | 94 | 0 |
| | 4 | 13 | 68 | 19 | 10 | 76 | 14 |
| | 5 | 9 | 75 | 16 | 5 | 86 | 9 |
| | Mean | 5.6±2.54 | 86.4±6.27 | 8.0±4.01 | 4.2±1.91 | 89.8±4.10 | 6.0±2.70 |

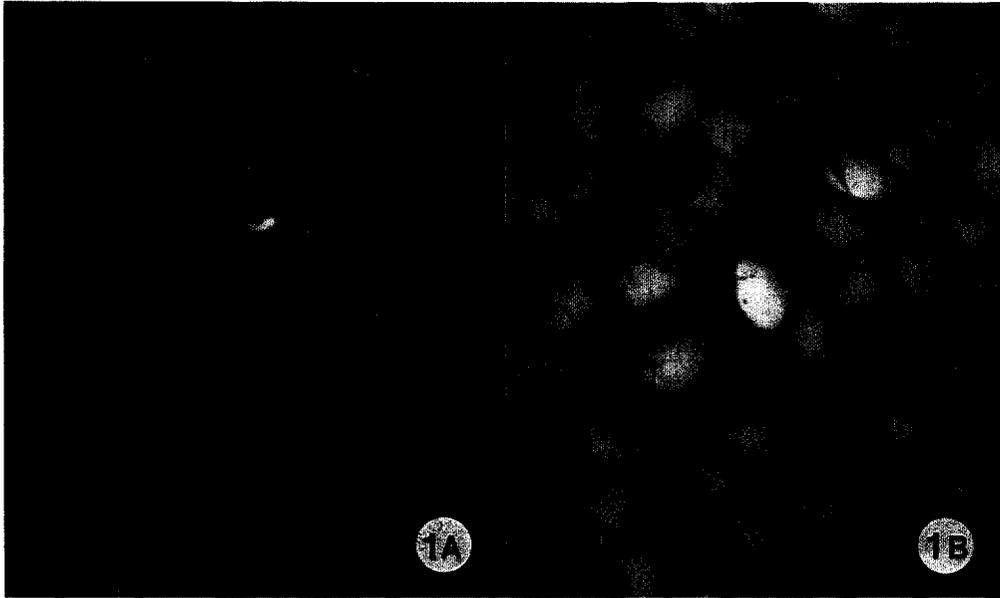


Fig. 1. Difference of fluorescent cocoon color by silkworm strains under the illumination of ultraviolet wavelength (360 nm). 1A, uniformal blue strain by selection : 1B, concurrence of blue and yellow cocoons in wild type strain.

은 교잡종과 비슷하지만, 濃靑 및 濃黃色 고치의 발현이 현저한 점에 차이가 있었다. 일본계 누에 원종에서 고치의 형광색은 濃靑色の 비율이 濃黃色 보다 높고, 최저 1.7배(Aj07)~최고 8.6배(Gj13) 정도의 큰 차이가 있었다(Table 2). 누에고치의 형광색은 雌雄에 따라 다르며, 白色繭은 靑色과 紫色, 黃色繭은 明螢光色과 暗螢光色으로 구별된다는 보고가 있다(Yamazaki and Taniguchi, 1932). 그러나 본 시험에서 확인된 바, 자외선 파장 또는 사용한機種에 따라 형광색 발생에 濃淡의 차이가 발생할 수 있음을 고려하더라도, 현행 장려품종의 일본계 원종에서는 靑色 및 黃色형광과 雌雄 간의 차이가 인정되지 않았다. 그리고, 黃色繭은 물론 기타 有色繭에서도 性別 형광색의 차이는 부정적이며 일반적인 현상으로 간주될 수 없다고 단정할 수 있었다.

일본계 원종에서 발현된 濃靑 및 濃黃色 고치 계통에 주목하여 각종 누에계통으로부터 형광색 형질의 순계분리를 시도한 결과 소위 濃靑色, 淡紫色, 淡黃色, 白色 기타 중간색 등은 수차례의 선발에도 불구하고 형광색 형질의 純系를 얻기 어려웠다. 한편 $L^*a^*b^*$ 表色系와 色立體(Kim, 1991)를 참조하여 色座標 상에서 서로 대립하여 양극에 위치한 黃色과 靑色을 목표로 선발할 경우에는 1회의 선발에서 청색형광의 균일성이 상당히 개선된 蛾區가 확보되었다(Fig. 1A). 또한 청색 형광은 2~3회 선발을 통하여 선발효과가

충분히 입증되며, 황색 형광계통도 비교적 선발효과가 높은 것으로 나타났다.

現行 장려품종 원종들은 공통적으로 靑色과 黃色이 基本色이며 순계가 아닌 경우 두 형질을 지배하는 유전자가 共存할 때의 상호작용으로 중간색 및 기타 형광색이 발현되는 것으로 추정할 수 있었다. 이러한 결과를 종합적으로 고찰하는 한편, 색체과학의 입장에서 可視光線 Spectrum의 藍色은 어두운 청색계통이며 紫色 또한 原色이 아니라는 사실을 감안할 때(Kim, 1991; Park, 1991), 원료건의 형광색 계통을 표현하는데 지금까지 사용되었던 紫色은 靑色으로 수정되어야 바람직한 것으로 판단되었다. 한편, 형광색 형질을 선발하지 않은 계통은 靑色과 黃色 및 그 중간색 형질이 혼재하였으며(Fig. 1B), 형광색의 균일성은 청색형광 선발계통(Fig. 1A)에 비하여 크게 저조한 樣相을 보였다. 형광색과 원료건의 性狀 또는 제사기술에 관한 연구가 수행된 바 있으나(Ajisawa, 1968; Chang and Nahm, 1988), 현재의 생산기술로는 순수한 靑色 및 黃色형광 원료건을 얻기 어려우며, 균일 형광색 원료건의 생산기술 개발이 절실하다. 형광색 형질의 고정과 遺傳樣式 究明 및 實用性的 개선에 관하여 今後の 연구성과 및 가공이용기술 개발이 기대된다.

2. 누에고치 형광색의 限性的 發現

중국제 원종의 누에고치는 형광색이 雌雄別로 분리

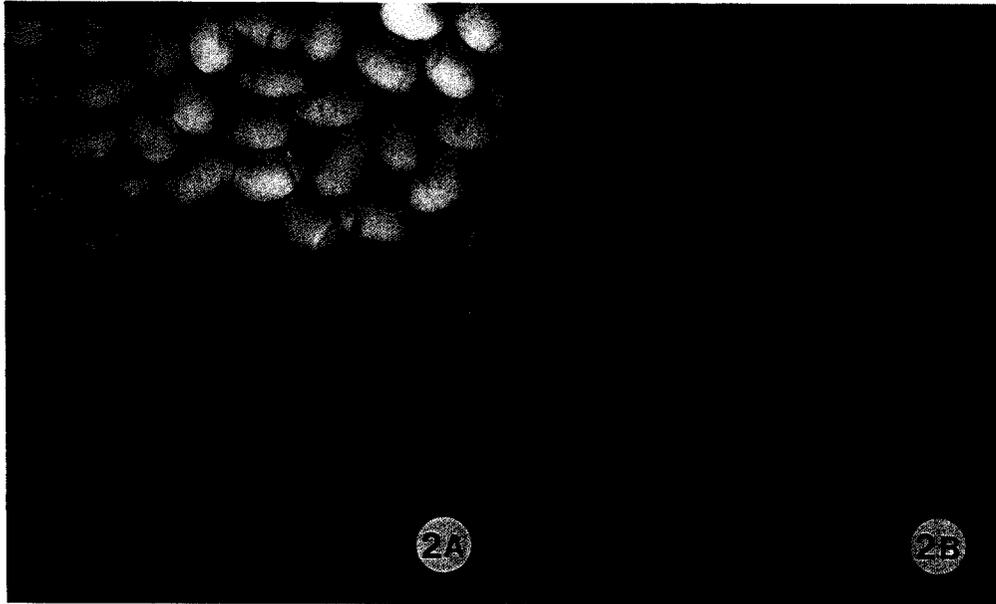


Fig. 2. Fluorescent color of silkworm cocoons for an evidence of sex-limitid inheritance : 2A, separative male (up) from female (down) with broad borderline : 2B, clearly segregated male of yellow from female of blue.

되는 蛾區가 발견되었으며, 雌繭은 靑色계통 雄繭은 황색계통의 형광색을 나타내었다. 性別에 따른 형광색의 식별은 품종 및 계통에 따라 다르며, 靑色과 황색이 연하거나 중간색을 띤 개체가 많아서 境界가 불명료한 경우(Fig. 2A) 및 境界가 매우 뚜렷하게 구분되는 경우가 관찰되었다(Fig. 2B). 그러나 供試 일본종 계통의 黃色繭이나 기타 有色繭 품종에서는 누에고치의 限性형광색(Yamazaki and Taniguchi, 1932)이 인정되지 않았다. 한편, 현행 장려품종 원종으로부터 선발된 5계통의 중국계 원종 Bc08, Dc20, Fc24, Hc14, Jc26는 각각 잠108, 잠120, 잠124, 잠126에서 선발한 계통으로서 性別에 따른 형광색의 차이가 관찰되었으며, 고치 형광색의 限性的 發現이 입증되었다.

누에고치는 외층과 내층의 형광색이 일치하지 않거나 외층 형광이 중간색인 경우를 중간색 부류로 취급할 경우 중간색의 개체는 전체의 4.4~49.6%를 차지하여 변이가 매우 컸다(Table 3). 그러나 중간색 부류를 내층의 형광색을 기준으로 판별한 경우 대부분은 雌繭이 靑色 雄繭은 황색이었다. 고치 外層의 형광색과 內層의 형광색을 종합적으로 감안한 경우 형광색의 限性的 발현은 더욱 뚜렷할 것으로 예상되었다. 위에서 조사한 5계통의 누에고치에 대하여 외층과 내층의 형광색을 고려한 경우 靑色雌繭 및 황색雄繭의 限性率은 95% 이상이며, 특히 Dc20 은 98.8%, Fc24는 99%로서 매우 높았다(Table 4). 지금까지 고치

형 광색의 순계분리 및 유전학적 연구결과는 다수의 누에계통을 대상으로 조사된 바 있지만 결과가 상반되거나 불확실한 경우가 있다. 그 이유는, 중국 및 일본 계통의 구분이 엄격하지 않고, 특정 白色繭과 황색繭 계통에 관심이 편중되거나, 靑色계가 아닌 靑色형광 또는 靑色형광을 基本色으로 간주하였으며(Yamazaki and Itinose, 1936; Yamazaki and Taniguchi 1932), 고치 외층 및 내층의 형광색이 균일한 純系의 固定이 미흡하였던 점(Chen and Lin, 1988) 등을 들 수 있다. 한편, 선발계통이 아닌 장려품종의 중국계 원종 6계통을 대상으로 切開하지 않은 상태의 누에고치를 靑色형광 및 황색형광 개체로 구분한 경우 靑色雌 및 황색雄의 分離率은 94.7~99.6%로서 높게 나타났다(Table 5). 특히 잠120, 잠124, 잠136 등은 螢光色에 의한 雌雄鑑別 效率은 매우 우수하였으며, 극히 드물게 존재하는 靑色雄繭 및 황색雌繭은 産卵에 致死하는 경우가 많거나 成蟲이 된 개체는 交尾不能 또는 産卵異常 등으로 생식력을 상실하였다. 紫外線은 絹絲의 黃變에 관한 연구에 사용된 바 있으나(Kawahara, 1996; Kuwahara, 1968; Matsubara, 1993), 紫外線 照射에 의하여 발생하는 형광색은(Lombardi, 1929) 分光性的 調査에 매우 有用하였다. 특히 366 nm의 波長에서 관찰되는 누에고치 형광색은 표본채취나 간이 雌雄鑑別에 활용될 수 있을 뿐 아니라, 이와같은 分光性은 누에 유전자원 관리 또는 系統保存

Table 3. Expression of fluorescent color on the white cocoons depending on their sexuality in the chinese silkworm races

| Strains | Replicates | Female Cocoons (%) | | | Male Cocoons (%) | | |
|---------|------------|--------------------|------------|----------|------------------|-----------|------------|
| | | Blue | Median | Yellow | Blue | Median | Yellow |
| Bc08 | 1 | 61 | 38 | 1 | 10 | 38 | 52 |
| | 2 | 24 | 76 | 0 | 0 | 2 | 98 |
| | 3 | 72 | 28 | 0 | 0 | 4 | 96 |
| | 4 | 51 | 49 | 0 | 0 | 16 | 84 |
| | 5 | 43 | 57 | 0 | 7 | 53 | 40 |
| | Mean | 50.2±8.16 | 49.6±8.23 | 0.2±0.20 | 3.4±1.45 | 22.6±9.94 | 74.0±11.83 |
| Dc20 | 1 | 84 | 16 | 0 | 0 | 16 | 84 |
| | 2 | 17 | 83 | 0 | 0 | 32 | 68 |
| | 3 | 87 | 13 | 0 | 0 | 35 | 65 |
| | 4 | 58 | 42 | 0 | 8 | 0 | 92 |
| | 5 | 79 | 21 | 0 | 0 | 5 | 95 |
| | Mean | 65.0±13.03 | 35.0±13.03 | 0.0±0.00 | 1.6±1.60 | 17.8±7.00 | 80.8±6.13 |
| Fc24 | 1 | 80 | 20 | 0 | 0 | 24 | 76 |
| | 2 | 93 | 7 | 0 | 10 | 32 | 58 |
| | 3 | 84 | 16 | 0 | 0 | 19 | 81 |
| | 4 | 75 | 25 | 0 | 0 | 21 | 79 |
| | 5 | 89 | 11 | 0 | 0 | 44 | 56 |
| | Mean | 84.2±3.18 | 15.8±3.18 | 0.0±0.00 | 2.0±2.00 | 28.0±4.57 | 70.0±5.38 |
| Hc14 | 1 | 81 | 3 | 0 | 8 | 32 | 60 |
| | 2 | 87 | 13 | 0 | 0 | 19 | 81 |
| | 3 | 96 | 4 | 0 | 3 | 42 | 56 |
| | 4 | 100 | 0 | 0 | 1 | 6 | 93 |
| | 5 | 98 | 2 | 0 | 16 | 4 | 80 |
| | Mean | 92.4±3.61 | 4.4±2.25 | 0.0±0.00 | 5.6±2.94 | 20.6±7.35 | 74.0±6.95 |
| Jc26 | 1 | 90 | 0 | 10 | 5 | 15 | 80 |
| | 2 | 84 | 12 | 4 | 0 | 0 | 100 |
| | 3 | 67 | 26 | 7 | 2 | 16 | 81 |
| | 4 | 89 | 0 | 11 | 1 | 0 | 99 |
| | 5 | 95 | 5 | 0 | 13 | 22 | 65 |
| | Mean | 85.0±4.83 | 8.6±4.87 | 6.4±2.01 | 4.2±2.35 | 10.6±4.49 | 85.5±6.56 |

을 위하여 편리한 수단을 제공할 수 있을 것이다.

나아가서는 중국계 돌연변이종인 限性무늬 표준계

통 누에 KWpB 를 대상으로 조사한 경우도 고치형광

색의 限性率은 90% 이상으로 확인되었다. 본 시험 결

Table 4. Sex-limited expression of fluorescent cocoon color in the original silkworm strain for commercial varieties

| Silkworm Strain ¹⁾ | Sexual Segregation of Silkworm Cocoons ²⁾ | | |
|-------------------------------|--|-------------------------|-------------|
| | % Blue of Female Cocoon | % Yellow of Male Cocoon | Average (%) |
| Bc08 | 94.4±3.43 | 99.6±0.39 | 97.0±1.84 |
| Dc20 | 97.6±2.40 | 100.0±0.00 | 98.8±1.20 |
| Fc24 | 98.0±2.00 | 100.0±0.00 | 99.0±1.00 |
| Hc14 | 93.6±2.70 | 100.0±0.00 | 97.6±1.36 |
| Jc26 | 95.8±2.13 | 93.4±2.04 | 94.8±0.97 |

¹⁾ Data from 5 replicates; 100 of female and male cocoons for each was inspected.

²⁾ Median fluorescent color of the cocoon surface was reconfirmed by those of inner layer.

Table 5. Probability of sexual discrimination by fluorescent color of the cocoon surface from original silkworm of Chinese races for commercial hybrid

| Silkworm Varieties ¹⁾ | Sexual Discrimination by Coon Fluorescence ²⁾ | | |
|----------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| | % Female of Blue Cocoons | % Male of Yellow Cocoons | Average (%) |
| Jam108 | 99.8±0.20 | 96.6±2.14 | 98.2±1.15 |
| Jam120 | 100.0±0.00 | 98.4±1.60 | 99.2±0.80 |
| Jam124 | 100.0±0.00 | 98.0±2.00 | 99.0±1.00 |
| Jam114 | 100.0±0.00 | 94.4±2.94 | 97.2±1.47 |
| Jam126 | 93.6±2.01 | 95.8±2.35 | 94.7±0.96 |
| Jam134 | 99.8±0.20 | 99.4±0.40 | 99.6±0.24 |

¹⁾ Data from 5 replicates.

²⁾ 100 of blue and of yellow fluorescent cocoons with exception of those appeared median color.

과를 종합하여 볼 때, Bc08, Dc20, Fc24, Hc14, Jc26, 잠108, 잠120, 잠114, 잠126, 잠134, KWpB 등 11개의 모든 중국계 원종에서 누에고치 형광색의 限性的 발현이 확인되었고, 이러한 현상은 우리가 현재 보유한 중국계 원종이 공통적으로 지니는 고유의 유전형질에 기인하는 것으로서 일본계 원종과는 특이하게 對照를 이루는 것으로 밝혀졌다. 경북대학 곤충병리 연구실 보존계통 KWpB는 비교적 안정된 限性무늬 계통으로서 幼蟲期에 무늬의 유무에 따라 분리 사육하고, 나방이 된 다음 조사한 결과, 限性무늬의 限性率は 99.3±0.44%였다(Table 6). 그러므로, 현행 장려품종의 중국계 원종은 고치 형광색의 限性률이 기존의 限性무늬에 못지않게 높은 限性率을 나타낼 수 있음을 입증할 수 있었다. 한편, Chen and Lin(1988)이 발견한 限性형광색 계통은 雌繭 白色형광 및 雄繭 黃色형광이었던 점과 비교할 때, 본 연구에서는 그와 동등한 近紫外線 영역의 파장을 사용하였음에도 불구하고 雌繭 靑色형광 및 雄繭 靑色형광의 명확한 對比를 보이는 특징이 있었다. 우리나라 장려품종인 중국계 白色繭 원종에서 普遍的으로 형광색의 限性的 發見이 인정된다는 결과는 매우 놀라운 사실이며, 중국계 원종과 일본계 원종들 간에 현저하게 드러나는 分光性

의 차이 또한 상당히 重視할 가치가 있는 發見이다. 형광색의 限性的 發見은 遺傳學的 입장에서 기존 限性遺傳과의 遺傳樣式 비교 등에 대하여 追究할 필요가 있으며, 純系の 固定에 따른 실용성의 개선 및 이와 關聯된 응용연구가 추진되어야 할 것이다.

摘 要

紫外線에 의한 누에고치 형광색은 254 nm에서 보다 近紫外線 영역인 366 nm에서 더욱 명확하게 구분되었다. 白色繭의 형광색은 청색과 황색을 비롯하여 흰색과 중간색 등이 존재하며, 黃色繭과 기타 有色繭의 형광은 고유색과 무관하게 계통에 따라 황색 청색 회색 분홍 보라 등 다양하게 관찰되었다.

白色繭 장려품종 누에의 원종 및 교잡종 고치는 청색 황색 중간색 형광이 混在하고 중간색을 띠는 개체가 다수를 차지하는 점이 類似하였다. 그러나, 원종에서는 濃靑 및 濃靑色의 발현이 교잡종 보다 현저하여 濃靑色의 비율이 濃靑色 보다 1.7~8.6배정도로 높았으며, 열풍건조한 경우와 생고치의 형광색은 뚜렷한 차이가 없었다. L*a*b* 表色系와 色立體에서 色座標상의 양극에 대립하는 靑色 및 靑色 형광은 장려품종

Table 6. Sexual segregation of larval marking in the typical silkworm strain of KWpB for laboratory standard as comparative sex-limited inheritance

| Replicates | Sexual Segregation of Silkworm Moths* | | |
|------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| | % Female with Larval Marking | % Male without Larval Marking | Average (%) |
| 1 | 100 | 100 | 100.0 |
| 2 | 100 | 100 | 100.0 |
| 3 | 97 | 100 | 98.5 |
| 4 | 98 | 98 | 98.0 |
| 5 | 100 | 100 | 100.0 |
| Mean ± SE | 99.0±0.64 | 99.6±0.40 | 99.3±0.44 |

*Each of 100 of moths from the larvae with or without larval mark were inspected for their sexuality.

에서 純系가 分離되었으나, 藍色, 濃紫色, 淡紫色, 淡黃色, 白色, 기타 中間色은 選拔效果가 없었다. 그러므로 현행 장려품종의 형광색은 青色과 黃色이 基本色이며 두 형질을 지배하는 유전자의 상호작용으로 중간색 및 기타 형광색이 발현되는 것으로 추정하였다.

일본계 원종에서는 白色繭이나 黃色繭 및 기타 有色繭도 형광색의 雌雄別 차이가 인정되지 않았다. 그러나, 供試한 모든 중국계 원종에서 普遍的으로 고치 형광색은 雌繭-靑色系 및 雄繭-黃色系の 對比를 보였다. 고치의 내외층 형광색을 동시에 고려할 때 多數의 중국계통은 限性的 發現이 더욱 뚜렷하여 또다른 중국계통인 限性무늬의 限性率 $99.3 \pm 0.44\%$ 와 유의차가 없었다. 靑色-雌繭 및 黃色-雄繭 기준에 의하면, 중국계통에서 Fc24 및 Dc20의 雌雄鑑別 效率이 가장 높은 $99.0 \pm 1.00\%$ 및 $98.8 \pm 1.20\%$ 였고, 극소수의 靑色雄繭 및 黃色雌繭은 나방이 되기 전에 대부분 致死하였다. 누에고치 형광색은 簡易 雌雄鑑別이나 표본채취에 유용하며, 分光性的 응용은 누에 遺傳資源 개발 및 系統保存에 편리한 수단을 제공할 것이다. 또한, 형광색 純系の 고정과 遺傳樣式 구명 및 실용성의 개선으로 균일한 靑色 또는 黃色형광 原料繭의 생산이 가능할 것이며, 이와 관련된 加工 및 利用技術 개발도 기대된다.

引用文獻

- Ajisawa, A. (1968) Physico-chemical studies on reeling quality of cocoons : I. On solubility of sericin in fluorescent colors cocoon layer caused by the boiling water. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **37** : 119-122.
- Chang, S. J. and Nahm, J. H. (1988) Dissolution of sericin in cocoon shell on the fluorescent colors. *Korean J. Seric. Sci.*, **30** : 33-39.
- Chen, K. and Lin, C. (1988) Studies on the fluorescent colours of silkworm cocoons. I. Fluorescent colours of different varieties of cocoons. *CANYE KEXUE*, **14** : 72-77.
- Kim, K. J. (1991) Color science. Dae Ggwang Book Publ. pp. 1-111.
- Kawahara Y. *et al.*, (1996) Changes of the hue on raw silk fibers of *Antheraea yamamai* by the irradiation of ultraviolet rays and the heat treatment. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **65** : 401-402.
- Kuwahara, A. (1968) Studies on the abnormal silk : (4) On the yellowing degree and changes in the amino acid composition of silk fibroin irradiated by ultraviolet ray. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **37** : 132-136.
- Matsubara, F. *et al.* (1993) Study on yellowing of cocoon filament obtained from the silkworm reared on artificial diets and mulberry leaves. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **62** : 162-164.
- Lambardi, P. I. (1929) La fluorescenza delle larve di *Bombyx mori* alla luce di wo (Boll. d. R. Stazione di Gelsicol. e Bachicol. di Ascoli Piseno) Vol. 7, n. 3
- Park, K. J. (1991) Concise manual of color names. KBS Color Research Institute ed. pp. 1-119 (Korean).
- Yamazaki, H. and Itinose, T. (1936) Studies on the fluorescent colors of the silkworm cocoons; II. Genetic studies. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **8** : 1-8.
- Yamazaki, H. and Taniguchi I. (1932) Studies on the fluorescent colors of the silkworm cocoons of the silkworm; I. On the various properties of the silkworms of the second generation according to the fluorescent colours. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **5** : 47-56.