

## 카드미움이 누에의 生理에 미치는 影響

### I. 누에의 各 組織器官의 發育과 카드미움의 分布量

崔 震 浹  
東亞大學校 農科大學 蠶絲學科

## Studies on the Effect of Cadmium on the Physiology of Silkworm, *Bombyx mori* L.

### I. With Reference to the Development of the Various Organs and Tissues

Choi, Jin-Sup

Department of Sericulture, College of Agriculture, Dong-A University

#### Summary

Mulberry leaf sprayed on at the various concentrations of cadmium (Cd) was fed on the just molted fifth instar through the 6th day of the fifth instar and content of cadmium and zinc in the feces, organs and tissues involved were analyzed by spectrophotometer. Along with the effect of those heavy metals on development of the relevant organs and tissues sexwise.

1. The residual content of cadmium on mulberry leaf was about 50% of the total cadmium and the weight of feces disposed from the cadmium fed larvae was less than the control. There was distinctive differences in female-wise disposal of feces between cadmium treatment and control; cadmium treatment female larvae disposed less feces than female of control.
2. Fourteen percent of the total dry weight of the anterior plus the middle silk gland and of the posterior silk gland in cadmium 100ppm treatment was decreased in female but only 9% of the anterior plus middle silk gland in male was made, showing no decrease the weight of the posterior silk gland in male.
3. Decrease of the dry weight of the silk gland, fat body and hindgut was made in cadmium 100 ppm treatment and contrarily the weight of midgut and malpighian tube were increased. The total larval weight of the female and male were decreased in cadmium 100ppm treatment and the decreasing ratio was higher in female.
4. There was no detection of cadmium in all of the organs and tissues of the control and in those of the cadmium treatment the high residual content was in order of the midgut, hindgut, malpighian tube and head. A slight accumulation of cadmium was shown in fat body and silk gland.
5. Cadmium accumulation in the midgut was higher than in female but in the fat body, malpighian tube, head trachea and integument was contrarily high in the female than male.
6. The total zinc content of the larvae was below 60ppm in the control and 80ppm in cadmium 100ppm treatment. The increase of zinc content in cadmium treatment was made on silk gland, malpighian tube and midgut but contrarily the decrease of zinc content in fat body was resulted.
7. In cadmium treatment, much more cadmium accumulation took place in the female and zinc accumulation was made much more in the male.

## 緒 論

Cd에 의한 動植物의 被害가 알려진 것은 日本神通・川流域에서 “이다이 이다이病”이 發生한 以後부터라 할 수 있으며 이 地域에서의 土壤은 Cd로 汚染되어 있으며 거기에서 收穫한 農作物은 高濃度の Cd가 蓄積되어 있고(李 等, 1979; 松原, 1980), 우리가 Cd汚染 農作物을 長期間 섭취할 경우에 Cd의 慢性的 中毒으로 “이다이 이다이病”이 發生하는 것이라고 報告하였다(小林純, 1970).

그後 Cd의 生理的 影響에 대한 研究가 活發하여져서 鈴木 等(1971)은 쥐에 있어서 Cd의 臟器別 吸收率은 腎臟이  $22 \pm 11\%$ 이며, 生物學的 半減期는 腎臟이 90日, 肝臟이 63日이라 하였다.

橫橋(1972)는 쥐에 皮下投與한 Cd는 血液中에 移行, 다시 肝臟에 貯藏되고 그 一部는 排泄되어 腎臟에 많이 蓄積된다고 하였다.

한편 牛에의 Cd에 관한 研究는 人工飼料에 Cd를 10ppm以上 添加하면 개미누에부터 毒性이 나타난다고 하였고(三奴, 1971), Cd 또는 그 化合物의 濃度가 10 ppm 以下에서는 牛에의 發育에 影響을 미치지 않고 그 以上の 濃度에서는 可視的인 被害가 나타나며(松原 等, 1974), Cd 80ppm 處理에서는 1령 牛에의 80% 程度가 成長停止 狀態였다고 報告하였다(崔震浹, 1980). 또 松原 等(1978)은 5齡起蠶부터 人工飼料에 Cd 80ppm 單獨投與時 牛에 各 器官, 組織에서의 Cd蓄積은 消化管, 唾液기관, 生殖器, 氣管, 脂肪體, 皮膚, 頭部 및 絹絲腺 순으로 많다고 하였다. 그러나 Cd와 Zn을 同時投與時는 Cd의 毒性이 輕減되며 Cd와 Pb를 同時投與時는 Cd의 毒性이 增加한다는 報告도 있고(松原 等, 1974, 1978), 5령기잠부터 Cd 200ppm을 單獨處理時, 牛에는 거의 死亡하나, Zn 250ppm을 混合投與時는 Cd 300ppm, 또 EDTA 0.4M 混合投與時는 Cd 250ppm까지는 大部分의 牛에가 死亡하지 않는다고 하였다(中山康, 1981). 이와 같이 Cd, Cu, Zn, Pb 등과 같은 重金屬에 의한 土壤汚染은 勿論 動植物에의 被害 또한 심각하며 그 影響은 長期間 持續된다고 알려져 있다. 한편 Cd에 관한 研究는 “이다이 이다이病”의 原因에 관한 小林純(1969)의 研究와 원숭이와 쥐의 臟器別 Cd의 吸收에 관한 研究가 있으며(鈴木 等, 1971), 牛에에 관하여는 松原 等(1974, 1977, 1978, 1981, 1985)이 Cd, Zn, Pb, EDTA를 單獨 또는 混合投與할 時의 牛에의 發育狀態, 各 器官 및 組織의 Cd 蓄積量, EDTA 등의 chelate 化合物形成에 의한 毒性 輕減效果

와 體內 蓄積率減少 등을 報告하고 있고 또 著者 等(1979, 1980, 1981)은 汚染桑과 非汚染桑의 飼育比較, Cd와 뽕나무의 生理, Zn과 牛에의 形質, 人工飼料中의 Cd의 濃度和 家蠶形質 등에 관하여 報告한 바 있다. 그러나 Cd의 給與가 蠶體內 組織 및 器官에 어떠한 影響을 미치며 특히 고치 生産과 密接한 關係가 있는 絹絲腺에 미치는 影響에 대해서는 아직 報告된 바 없다. 따라서, 本 實驗에 있어서는 Cd를 처리한 뽕잎으로 飼育할 牛에의 各 組織, 器官의 發育과 카드미움의 分布量을 調査하였던 바, 다소의 知見을 얻었으므로 이에 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 1. 供試材料

가. 供試蠶種: 多寶蠶(蠶 201×蠶 202)

나. 飼育時期: 86年 春蠶期에 뽕잎으로  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 飼育하였다.

다. 供試 Cd: 原子吸光分析用 Cd 標準液(CdNO<sub>3</sub>, Junsei化學)

### 2. 處理方法

가. Cd處理: Cd를 각각 0, 50, 100ppm의 濃도로 상엽에 분무하여 5齡起蠶에 經구투여하였다.

나. 試料採取

各器官 및 組織(頭部, 前中部 및 後部絲腺, 脂肪體, 唾液기관, 前, 中 및 後腸, 皮膚)은 5齡 3日, 5日·7日에 各 處理別 50마리씩 解剖하여 80°C에 12時間 乾燥保管하였다. 蠶糞은 5齡 3日(5齡起蠶부터 3日까지의 합한 것)과 4, 5, 6日 4回採集하여 乾燥하였다.

다. 試料分析

Cd 및 Zn分析은 濕式灰化(窒酸 13ml, 黃酸 3ml, 過酸素酸 1ml를 基準으로 하되 灰化程度에 따라 加減)하여 原子吸光分析機(A-A 646 spectrophotometer, shimadzu)로 412nm에서 測定하였고 乾物重量은 化學 秤칭으로 計測하여 頭當으로 換算하였다.

## 實 驗 結 果

### 1. 뽕잎중의 카드미움含量

뽕잎중의 Cd含量은 表 1에 表示한 바와 같이 無處理區와 Cd濃度에 따른 3處理中, 無處理區에서는 Cd가 檢出되지 않았고 Cd 50ppm 噴霧處理區에서는 桑葉乾物當 Cd含量이 28.0ppm이며 100ppm 處理區에서는 48.0ppm 등으로 處理濃度가 增加함에 따라 直線的( $r=0.999$ ,  $Y=0.404X+7.3$ )으로 增加하였고 Cd處理

**Table 1.** Amount of residual Cadmium in mulberry leaf treated with Cadmium ( $\mu\text{g/g}$ )

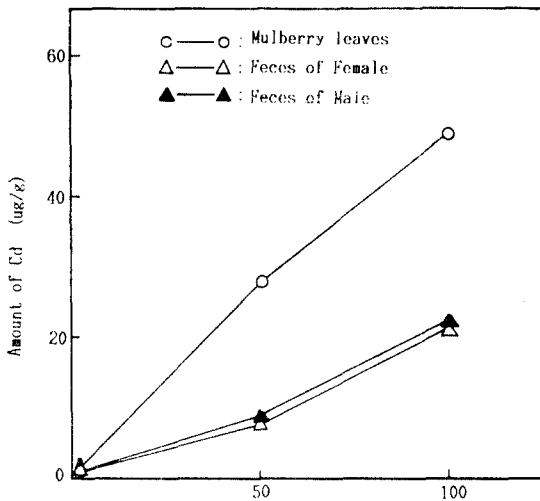
|   |   |      |      |
|---|---|------|------|
| Concentration of Cadmium(ppm)                   | 0 | 50   | 100  |
| Amount of Cadmium in dried leaf after treatment | — | 28.0 | 48.0 |

別 桑葉의 Cd含量은 약 50%程度였다. Zn含量과 Cd無處理區에서는 43.2ppm이었다.

**2. 糞量의 重量 및 Cd含量**

處理된 桑葉 100ppm과 無處理區의 桑葉에 對한 食下量을 推定하기 위하여 糞量을 測定한 것을 보면 Fig. 1에서와 같이 一般的으로 無處理에 비해 處理區의 糞量이 적었다.

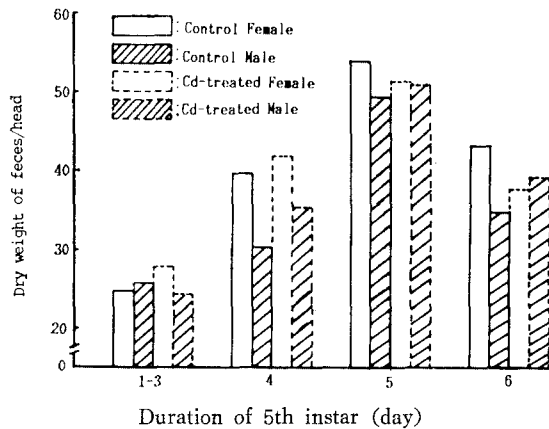
그러나 發育段階別 암수間差異를 보면 齡初期에 無處理區 및 處理區 모두 암컷보다 수컷이 排糞量이 많



**Fig. 1.** Amount of Cd in mulberry leaves and silkworm feces.

으나 5齡後期(6日)에는 無處理區에서도 암컷이 수컷보다 排糞量이 많았으나 處理區에서는 反對로 암컷보다 수컷이 더 많아 졌다.

糞의 Cd含量은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 Cd處理濃度의 增加와 比例하여 增加하였고 桑葉 Cd濃度의 약 50%程度였다(Fig. 2, Table 2).



**Fig. 2.** Dry weight of feces from silkworm larva fed on Cd (100ppm) treated mulberry leaves from the 1st day to the 7th day of the 5th instar.

**Table 2.** Dry weight of feces in the silkworm larvae. The silkworm larvae were fed on Cd(100 ppm) treated mulberry leaves from the 1st day to the 7th day of the 5th instar.

|           |   | (utnit) |       |       |       |        |
|-----------|---|---------|-------|-------|-------|--------|
|           |   | 5-3     | 5-4   | 5-5   | 5-6   | Total  |
| Untreated | F | 24.73   | 39.63 | 53.97 | 43.23 | 161.56 |
|           | M | 27.66   | 41.68 | 51.11 | 37.59 | 158.04 |
| Treated   | F | 26.53   | 33.59 | 48.12 | 36.13 | 144.37 |
|           | M | 25.38   | 36.56 | 50.78 | 41.73 | 154.45 |

**Table 3.** Dry weight of each tissues and organ in individual silkworm larvae fed on Cd (100ppm) treated mulberry leaves from the 1st day to the 7th day of the 5th instar. (cg)

| Parts                 | Female  |            |         | Male    |            |         |
|-----------------------|---------|------------|---------|---------|------------|---------|
|                       | Control | Cd treated | Balance | Control | Cd treated | Balance |
| Silkgland             | 31.602  | 27.250     | —       | 30.233  | 28.215     | —       |
| Fat body              | 3.645   | 2.902      | —       | 2.847   | 2.822      | —       |
| Malpighian tube       | 0.110   | 0.115      | +       | 0.117   | 0.132      | +       |
| Head                  | 0.560   | 0.597      | +       | 0.532   | 0.564      | +       |
| Trachea               | 0.598   | 0.937      | +       | 1.058   | 0.838      | —       |
| Fore and mid gut      | 3.818   | 4.183      | +       | 3.280   | 4.114      | +       |
| Hind gut              | 0.520   | 0.476      | —       | 0.558   | 0.538      | —       |
| integument and muscle | 13.175  | 12.598     | —       | 12.260  | 12.834     | +       |
| Total weight          | 54.415  | 49.049     | —       | 50.885  | 50.057     | —       |

### 3. 組織 및 器官의 乾物重量

組織 및 器官別 乾物重量을 보면 無處理區보다 Cd 100ppm 處理區의 乾物重量이 크게 나타난 것은 前腸과 말피기관 등이며 작아진 것은 絹絲腺, 脂肪體後腸 등이었다(Table 3). 이것은 Cd가 體內에서 먼저 消化器官에서 많이 축적된다는 事實과 배설기관인 말피기관에 축적된다는 사실과 잘 一致되고 있다.

그리고 總乾物重量은 Cd 100ppm處理區가 無處理區보다 암수 모두 낮았고 암수별로는 無處理區에서는 암컷이 무거웠지만 Cd處理區에서는 암컷이 가벼웠다.

한편 5齡 7日째의 絹絲腺發育狀況은 Table 4에서 보는 바와 같이 無處理區에 비해 前·中·後部絲腺의 重量은 모두 Cd 處理區가 減少하였다.

그리고 前·中部絲腺乾物重要은 Cd 100ppm處理區가 無處理區에 비해 암컷에서는 14%, 수컷에서는 약 9%의 減少를 보였고 後部絲腺에서는 암컷은 14% 減少하였으나 수컷은 減少하지 않은 傾向이었다.

또한 암수별로 보면 無處理區에서는 前中部絹絲腺, 後部絹絲腺 모두 암컷이 무거웠는데 Cd 50ppm 및 Cd 100ppm 處理區에서는 암컷이 모두 가벼웠다.

### 4. 組織器官의 Cd含量

組織器官에 따른 Cd含量的 殘留量을 보면 Table 5에서와 같다.

即 無處理區에서는 각 器官 및 組織에서 Cd가 檢出되지 않았으나 Cd 100ppm 處理區에서 Cd蓄積이 가장 많았던 곳은 前腸이며 後腸, 말피기관, 氣管, 頭部순이었고 絹絲腺에는 가장 적게 蓄積되었다. 그리고 蠶體內 平均蓄積은 21ppm 程度였다. Cd處理區에서 암수별로 보면 絹絲腺, 脂肪, 말피기관 頭部 氣管 및 皮膚 등에는 암컷이, 또 前腸과 後腸은 수컷에서 Cd蓄積이 많았다.

### 5. 絹絲腺 및 其他 器官組織의 Zn含量的 變化

絹絲腺 및 其他 器官組織의 Zn含量을 보면 Table 6에서 보는 바와 같이 無處理區와 Cd處理區 모두 前腸에서 Zn含量이 많았고 다음으로 後腸 頭部, 皮膚順이며 絹絲腺과 脂肪體에는 Zn蓄積이 적었다.

한편 無處理區에 비해 Cd處理區의 絹絲腺에서 Zn含量이 비교적 많았고 이는 絹絲腺의 Cd蓄積量과는 反對의 현상이었다. 그러나 Cd處理區에서 Zn含量이 적은 곳은 脂肪體였다.

또한 암수별로 보면 無處理區에서는 암컷의 Zn含量이 59.86ppm으로 수컷의 57.66ppm보다 많았으나 Cd

**Table 4.** Dry weight of division of silkgland in individual silkworm larva fed on Cd treated mulberry leaves from the 1st day to the 7th day of the 5th instar. (cg)

| Cd treatment (ppm) | anterior-middle division |       |        |       | posterior division |       |        |        |
|--------------------|--------------------------|-------|--------|-------|--------------------|-------|--------|--------|
|                    | female                   |       | male   |       | female             |       | male   |        |
|                    | weight                   | (%)   | weight | (%)   | weight             | (%)   | weight | (%)    |
| 0                  | 25.468                   | 100   | 24.633 | 100   | 6.135              | 100   | 5.600  | 100    |
| 50                 | 22.846                   | 89.70 | 23.644 | 95.99 | 5.311              | 86.57 | 5.733  | 102.38 |
| 100                | 21.986                   | 86.33 | 22.424 | 91.03 | 5.262              | 85.77 | 5.791  | 103.41 |

**Table 5.** Cd contents of each tissues and organs in individual silkworm larvae fed on Cd (100ppm) treated mulberry leaves from the 1st day to the 7th day of the 5th instar ( $\mu\text{g/g}$ )

| Tissues and Organs | Female |         | Male |         |
|--------------------|--------|---------|------|---------|
|                    | 0ppm   | 100ppm  | 0ppm | 100ppm  |
| Silkgland          | —      | 0.249   | —    | 0.187   |
| Fat body           | —      | 0.824   | —    | 0.695   |
| Malpighian tube    | —      | 15.023  | —    | 9.998   |
| Head               | —      | 3.142   | —    | 2.611   |
| Trachea            | —      | 1.568   | —    | 1.144   |
| Fore and mid gut   | —      | 239.214 | —    | 252.187 |
| Hind gut           | —      | 13.214  | —    | 15.892  |
| Skin and muscle    | —      | 1.271   | —    | 1.209   |
| D.M.               | —      | 21.146  | —    | 21.425  |

**Table 6.** Zn contents of each tissues and organs in individual silkworm larvae fed on Cd (100ppm) treated mulberry leaves from the 1st day to the 7th day of the 5th instar. ( $\mu\text{g/g}$ )

| Parts            | Female  |            |         | Male    |            |         |
|------------------|---------|------------|---------|---------|------------|---------|
|                  | Control | Cd-treated | Balance | Control | Cd-treated | Balance |
| Silk gland       | 11.670  | 14.010     | +       | 12.640  | 16.850     | +       |
| Fat body         | 7.042   | 5.709      | -       | 10.794  | 6.121      | -       |
| Malpighian tube  | 13.469  | 35.154     | +       | 13.783  | 19.432     | +       |
| Head             | 164.750 | 156.150    | -       | 134.870 | 172.900    | +       |
| Trachea          | 47.670  | 58.860     | +       | 56.400  | 48.550     | -       |
| Fore and mid gut | 339.340 | 550.743    | +       | 307.120 | 561.213    | +       |
| Hind gut         | 164.239 | 161.400    | -       | 177.381 | 167.586    | -       |
| Skin and muscle  | 103.350 | 102.840    | -       | 102.940 | 105.030    | +       |
| DM               | 59.860  | 86.177     | +       | 57.660  | 87.508     | +       |

處理區에서는 암컷이 86.18ppm, 수컷이 87.51ppm으로 근소한 差異이나 수컷의 Zn含量이 많았다.

또한 蠶兒全體의 Zn含量을 보던 無處理區에서는 60ppm 以下였으나 Cd 100ppm 處理區에서는 80ppm 以上으로 높았다.

### 考 察

本研究는 重金屬의 하나인 Cd가 누에의 生理에 미치는 影響을 알고저 無處理區인 桑葉의 Cd 含量을 分析한 결과, 三好 等(1971)은 正常桑葉에는 Cd가 0.1ppm 以下라고 報告하고 있으나, 本試驗에서는 正常的 桑葉에서는 전혀 檢出되지 않았다. 또한 Cd處理 桑葉으로 給桑한 누에와 無處理桑葉으로 給桑한 누에의 蠶糞量이 적었으며 이는 Cd處理에 따라 누에의 食하량이 적은데 기인한다고 보여진다. 이와 관련하여 松原(1974, 1978)도 Cd투여 누에의 蠶糞量이 적어진다고 하였으며 이는 腸내의 소화관에 Cd의 蓄積이 가장 심하며 이는 飽乳動物에서와 같이 消化器에 比較的 長期間 殘留하기 때문이라고 생각되며 이로 인하여 橫橋 等(1972)이 報告한 바와 같이 포유動物의 生體內에서 metallothionin을 形成한다는 事實로 보아 누에에 있어서도 소화효소 특히 protease의 活力이 떨어진데 그 原因이 있지 않나 생각된다(浜野・向山, 1970, 巖本・江口 1978).

한편, 누에의 全體乾物重量은 많아지며 各組織에서는 無處理區 보다 Cd處理區의 乾物量이 더 무거운 편이었다. 이는 飼料로부터 吸收된 Cd가 各器官 및 組織에 蓄積되었기 때문이라고 생각된다(松原 等, 1978). 絹絲腺에서의 Cd含量을 無處理區에서는 絹絲腺과 그 內容物에서 Cd가 檢出되지 않았다. 消化器官인 中腸

및 排泄器官인 말피기관에 많이 축적된다는 것은 子生누에가 食下하여 이들 器官 및 組織에 殘留되는 期間이 길다는 것과 잘 一致하며 이들 組織의 乾物量이 無處理에 비해 무거워졌다고 사료된다. 그러나 絹絲腺과 脂肪組織 등 蛋白質貯藏 및 合成場所에서는 Cd處理區의 重量이 떨어지는 傾向을 보였는데 其他器官 및 組織의 Cd 含量은 前腸>後腸>말피기관>頭部>氣管>皮膚>脂肪體순이었다. 또한 絹絲腺에서 가장 적은 것은 松原(1978)(411)의 Cd 80ppm 處理時 各組織器官의 Cd蓄積이 消化官, 말피기관에서 가장 많았고 絹絲腺에서 가장 적었다는 報告와 Cd는 最初에 消化官에서 吸收蓄積되고 體液을 通하여 他組織器官에 移動한다고 考察한 것과 一致한다. 이는 총 乾物量에서와 같은 傾向으로 Cd處理는 암컷보다 암컷의 대사에 더 影響을 미치며 특히 蛋白質 대사에서 크게 影響을 미친다는 것을 알 수 있다. 事實 암컷은 암컷에 비해 飼料의 섭食량이 많으면서도 蛋白質合成효율면에서 보면 낮다는 사실 등으로 볼때도 Cd處理에 의해 사료효율성이 암컷에 비해 암컷이 더 크게 影響을 받는다는 것을 암시하고 있다. 한편 三好 等(1971)(411)이 Cd濃도가 10ppm 以上으로 되면 1, 3, 5齡 모두 毒性의 影響을 받아서 健壯중 및 健중이 低下된다고 했으며, 최(1979, 1980)는 汚染地區 桑葉이 非汚染地區 상엽보다 Cd 및 S含量이 많았고 繭層重과 繭層比率이 떨어지고 Cd를 人工飼料에 40ppm 以上 添加한 結果 經過不振, 化蛹比率, 繭層重 및 繭層比率이 낮아진다는 報告와 잘 一致하고 있다. 또한 絹絲腺에도 Cd가 蓄積되지 않는다는 것은 Cd가 生體代謝에 利用된다고 보다 오히려 消化液 protease 活性을 阻害하나(浜野, 向山, 1970; 巖本, 江口 1978, 1979) 消化및吸收가 저해받아 따라서 絹量合成에 利用될 物質代謝의 效率이 떨어지는데 그

原因이 있다고 보여지며 따라서 絹絲腺, 乾物重量도 가벼워진다고 思料된다. 無處理區와 Cd處理區間에 있어서 누에의 各 器官 및 組織의 乾物重量을 암수별로 보면 無處理區에서는 絹絲腺, 脂肪組織, 消化官, 皮膚組織 및 頭部에서 암컷이 수컷보다 더 무거운데 反해 Cd 處理區에서는 絹絲腺 및 皮膚組織의 重量이 더 무거운 全體重量도 수컷이 무거웠다. 이는 Cd의 被害가 암컷에서 더 크게 나타나며 특히 이는 絹絲腺과 脂肪體, 皮膚組織 등에서 그 영향이 顯著하였다. 그러나 Cd處理區에서는 암수 모두 絹絲腺 및 그 內容物에서 他 器官 및 組織에 比하여 少量이기는 하나 Cd가 檢出되었고 암컷에서 수컷보다 더 많이 檢出되었다. Cd處理時의 Zn의 吸收蓄積에 어떠한 變化가 있는가를 보기 위해서 無處理區와 處理區間의 Zn 含量을 보면 無處理區에 比해 Cd處理區가 Zn을 많이 含有하고 있는데 이 Zn의 增加는 Cd에 含有되어 있는 Zn量 때문으로 보여진다. 또한 各 組織 및 器官別로 Zn含量蓄積을 보면 無處理, 處理區 모두 前腸, 後腸, 頭部, 皮膚順이며 絹絲腺과 脂肪體의 Zn 含量이 가장 적었는데 增井 등 (1985)도 Zn가 消化官과 頭部に 많이 축적되며 絹絲腺과 脂肪體에는 적었다는 報告와 一致한다. 그리고 Cd 處理時의 Zn含量變化는 누에 器官 및 組織에서 전체 축적은 無處理區에서는 60ppm 以下였는데 Cd處理時의 Zn含量은 80ppm 以上으로 Cd處理 상엽을 급여시, Zn의 吸收蓄積이 增加하였음을 볼 수 있었다. 또한 Cd處理 상엽의 給與도 Zn含量이 增加된 器官 및 組織은 絹絲腺, 말피기관 및 前腸이었으며 이와는 반대로 脂肪體와 後腸에서는 Zn含量이 減少하였다. 그리고 암수별로 볼때 無處理區에서는 암컷의 Zn含量이 많았던 것이 Cd 處理時에는 수컷의 Zn含量이 많은 것이 特徵이며 이는 絹絲腺, 前腸 및 頭部에서 그 現象이 뚜렷하였다. 이는 Cd투여로 암수 모두 Zn의 吸收가 增加되었고 또한 수컷에서 Zn의 吸收가 암컷보다 많았기에 Cd의 吸收蓄積이 수컷에서 적었고 또한 絹絲腺에서도 Zn吸收蓄積이 相對적으로 增加하였고 특히 正常葉의 경우 Cd 吸收축적이 많은 Zn同時投與의 경우 암컷에서 작게 나타나는 것으로 생각된다. 松原(1974, 1975, 1976, 1978)(411)이 Cd와 Zn이 共存할 경우 Cd의 毒性이 크게 輕減되다 동시에 Zn 單獨處理時보다 Zn, Cd混合處理時 Zn의 吸收가 增加되며 또 Cd 吸收는 Zn 投與時 적어진다는 報告와 잘 一致한다. 이와 같이 絹絲腺에서는 Zn含量이 많다는 것은 絹 合成 및 造卵에 Zn의 役割이 重要하다고 判斷된다.

## 摘 要

Cd를 濃度別로 噴 잎에 분무하여 5령 기잠부터 급상한 後 蠶糞量 器官 및 組織의 乾物重量과 이들의 Cd 및 Zn含量을 分析하였고 또한 이들의 누에 生理에 미치는 影響을 比較한 바, 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 桑葉에 Cd를 분무處理한 후의 Cd 잔유량은 處理量의 약 50%程度였다. 蠶糞量은 無處理區보다 Cd處理區가 적었으며 암수별로 보면 無處理區는 암컷이 많은데 비해 Cd處理區는 암컷이 적었다.

2. 前部 및 中部絲腺의 重量은 Cd 100ppm處理區에서 암컷은 모두 14% 減少했고 수컷의 前部絲腺은 9% 減少하였으나 後部絲腺은 減少하지 않았다.

3. Cd 100ppm處理桑葉의 給與로 乾物重量에 가벼워진 것은 絹絲腺, 脂肪體, 後腸 등이며 무거워진 것은 中腸과 말피기관이었다. 누에 全體 乾物重量은 암수 모두 Cd 100ppm處理로 가벼워지고 그 比率은 암컷에서 크게 나타났다.

4. 各 器官組織에서 Cd含量은 無處理區에서는 檢出되지 않았으나 Cd處理區에서는 中腸>後腸>말피기관>頭部순이며 脂肪體와 絹絲腺에서는 적게 蓄積되었다.

5. Cd蓄積量을 암수별로 보면 中腸에는 수컷이 많았으나 그외의 絹絲腺, 脂肪體, 말피기관, 頭部, 氣官, 皮膚조직 등에서는 암컷에서 蓄積이 많았다.

6. 누에 全體 Zn含量은 無處理區가 60ppm以下인데 비해 Cd 100ppm處理區에서는 80ppm以上이었다. 그리고 Cd處理區에서의 Zn含量이 增加된 部位는 絹絲腺, 말피기관 및 中腸 등이었고 脂肪體에서는 減少하였다.

7. Cd處理區의 絹絲腺에서는 Cd는 암컷에서, Zn는 수컷에서 많이 蓄積되었다.

## 引 用 文 獻

1. 小林 純(1969) 科學, 39, 369-375.
2. 浜野國勝·向山文雄(1970) 家蠶幼蟲における消化液蛋白分解酵素の二, 三の性状および數種蛋白質の分解度とその營養價との關連. 日蠶雜 39, 371-376.
3. 巖本章子·江口正治(1978) 家蠶消化液プロテアーゼの成分の酵素學的性質. 日蠶雜 47, 285-291.
4. 巖本章子·江口正治(1979) 家蠶消化液プロテアーゼの成分の比較: 基質特異性と阻害劑の影響. 日蠶雜 48, 31-36.
5. 伊藤知夫(1982) 蠶の營養と人工飼料. 日本蠶絲新

- 國出版局, 69-171.
6. 松原藤好・木村由起雄(1974) 數種重金屬およびそれら化合物が無菌蠶に及ぼす影響. 京工織大, 纖維學術報, 7, 213-234.
  7. 松原藤好・増井博之・桑原秀樹(1977) 重金屬が無菌に及ぼす影響. II. Cd毒性に及ぼす亜鉛, 鉛の影響. 京工織大 纖維學術報 8, 25-32.
  8. 松原藤好・増井博之・吉田一夫(1978) 重金屬が無菌蠶に及ぼす影響. III. 無菌蠶のCd取り込みに及ぼす亜鉛 鉛の影響. 京工織大 纖維學術報, 8:46-53.
  9. 松原藤好・中山康博(1981) 重金屬が無菌蠶に及ぼす影響. (IV) Cdおよび EDTAの毒性. 生物環境調節 19(4), 115-120.
  10. 松原藤好(1985) 日蠶雜 55(1), 5-9.
  11. 李鍾哲・崔震浹・裴啓宣・孫興大(1979) 大氣公害가 養蠶에 미치는 影響에 관한 研究. (I). 東亞大, 韓國公害問題研究所 3(1), 5-16.
  12. 李鍾哲・崔震浹・裴啓宣・孫興大・鄭元福(1980) 카드뮴의 處理가 상수의 生長에 미치는 影響. 東亞大, 農技研 1, 21-28.
  13. 崔震浹・裴啓宣・孫興大・鄭元福(1979) 大氣公害가 養蠶에 미치는 影響에 관한 研究. (IV). 東亞大, 農技研 2.
  14. 小林 純・森井ぶし・村本茂樹・中島 進(1970) 群馬縣安中市の製鍊所に因る農作物などの重金屬(Cd, Pb, Zn) 汚染について日衛誌 25, 364-375.
  15. 三好健勝・宮澤福壽・清水 治(1971) 重金屬類の蠶桑に及ぼす影響(1), 飼料中の Cdおよび亜鉛が家蠶におよぼす 發育 段階別の影響. 日蠶雜 40(4), 323-329.
  16. 中山康博・松元藤好(1981) 重金屬が無菌蠶に及ぼす影響. (V) EDTAの Cd毒性抑制效果. 生物環境調節 19(4), 121-127.
  17. 三好健勝・清水 治・宮澤福壽・町田順一・伊藤正子(1978) 重金屬の蠶桑に及ぼす影響. 3. 飼料に複合的に共存する 重金屬類等の 蠶の飼育成績に及ぼす影響. 日蠶雜 47, 77-84.
  18. 増井博之・鈴木和夫・松原藤好(1985) 無菌蠶にEDTAを投與した場合の 蠶體內 各組織. 器官別無機元素の 分布量. 日蠶雜 55(1), 23-27.