

# 家蠶外皮의 組織學的 構造에 관한 調查研究

尹 鍾 瓘 · 史 基 彦

## Studies on the Histological Structure of the Cuticle of Silkworm Larva (*Bombyx mori* L.)

Chong Kwan Yoon · Ki Yon Sa  
The City College of Seoul

### Summary

The function of cuticle of insect is not simply to protect the body, but to take a role to frame the body with the power of muscle.

Although there are voluminous studies of silkworm, most of them are limited to the specific time of development or particular regional studies. Some of these studies are confined to anatomical aspects. However, silkworm shows many variations at each instar or development stages, i.e. newly exuviated silkworm, gluttonous stage silkworm, etc. Therefore, the wider studies on the differentiation, spinning stage and prepupa stage as well as other subjects must be included in the study. In this line, the result of experiment are as follows:

1) Construction of cuticle at each stage of development; The construction of cuticle is different at each stage of development and each portion of the body. Wrinkles in the cuticle are disappearing as the body grows.

2) Construction of cuticle in the different portion of body; Whenever the development stage reaches gluttonous stage, the surface of body is cracked irregularly by unevenness line. The shape has appeared as if the star-like formation in the tergum region. However, it has appeared rhomb-like at the sternum. Tubercles in spotted regions appeared as if coloured granules and it is quite distinct from other regions by white colouring appearance.

3) Cuticle of thorax and intersegmental membrane;  
Thorax: In the middle of ecto-endo cuticle, there are coloured spots which are produced by haematoxylin. However, these spots seems to be equivalent to meso cuticle. It also seemed that these spots take certain role as if the round shaped nodules in the surface of cuticle. The entirely covered granular-shape nodules is enlarged at bottom region. However, it is understood as nodules is equivalent to so-called knobs.

Abdomen: Base rising of nodules is well developed and the surface of anal-plate is flat and smooth. However, there are no spread of nodules at all. This region is seemed much thicker than other regions.

Intersegmental membrane portion: It is constructed with two layers of ecto-endo cuticles. There are no nodules in the surface and the entire surface is wrinkled irregularly.

4) Sub-division of cuticle at moulting stage; Cuticle in the thorax and abdomen can be identified as organize layer. However, at the head portion, the formation of nodules is almost completed and sub-division of cuticle is not confirmed.

5) The difference of cuticle at each stage of age; The thickness of cuticle at each portion of the body at gluttonous stage is studied and results of the measurement are as shown in Table-3.

The quantity change (The change in the head region is excluded) of cuticle at the 5th instar is measured and the result is shown in Fig. 1-6.

Figure 2 (wet weight) is shown the amount of increase from 5th instar newly exuviated to gluttonous stage. However, after the above period the increase of amount is become balanced.

The dry weight (Fig.1) is not increased as much as the wet weight. However, it is increased slowly.

The water content is slightly increased until it reaches the 7th days of 5th instar. As shown in both Fig. 1 and Fig. 3 the female sample has increased more than those of male samples. In both spinning stage and prepupa stage (Fig. 4-6), the water content is increased until 5th instar. However, it is decreased and reached balance after 5th instar.

## I. 緒 言

家蠶의 外皮構造 및 組織學的 構造에 關해서는 從來 많은 研究가 行하여져 왔고 特히 近者에 있어서는 川瀬<sup>(12,13)</sup> 森<sup>(15)</sup> 등은 그 微細構造를 電子顯微鏡的 報告를 하였다.

一般的으로 昆蟲의 外皮는 蟲體를 保護하는 役割을 할 뿐더러 筋肉의 附着點으로서 다치 骨格과 같은 役割도 하고 있으므로 1種의 外骨格이며 家蠶의 外皮는 主로 chitinous substance로 되어 있는데 特히 頭部와 그 밖의 大部分은 黑褐色 乃至 淡褐色으로써 굳어져 있어 쉽게 分解되지 않는다.

이 chitinous substance는 含窒素物로서 昆蟲과 節足動物따위 만이 갖는 特有物質이다.

前述한 바와 같이 家蠶의 外皮에 關해서는 많은 研究가 있었지만 모두 特定時期 또는 部位를 對象으로 하여 왔고 또한 垂直的인 組織學的 構造에 局限하였지만 家蠶은 發育段階 即 齡別 또는 起蠶 盛蠶 眠蠶 등에 따라서 差異가 있으므로 廣範圍한 時期와 部位에 걸쳐 平面的인 構造는 勿論 組織學的인 面에서 이를 追究하는 한편 特히 眠期에 있어서의 外皮의 分化의 究明을 試圖한바 그 結果를 이에 報告하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 方法

1. 蠶 103×蠶104를 供試하여 이를 固定(알콜)한 다음 切開하여 脂肪組織 筋肉組織 및 氣管 등의 內部諸器官을 除外하여 外皮構造의 觀察를 하였다.

2. 發育에 따른 外皮의 表面觀察에 있어서는 壯蠶期の 起·盛蠶의 縮皺狀을 調査하였다.

3. 部位에 따른 外皮의 表面構造 觀察에 있어서는 背板 腹板 또는 斑紋部 등의 部分을 取扱하였다.

4. 胸腹部 및 節間膜部에서의 外皮를 組織學的 構造面에서 檢討하였다.

5. 各齡期에 있어서의 外皮의 差異 即 各齡別로 盛食期에 있어서의 外皮의 두께와 5齡期 및 吐絲期~前蛹期에 있어서의 水分率, 新鮮物量 또는 乾物量 등을 調査하였다.

6. 組織學的 構造 觀察에 있어서는 實驗材料를 Juel's液(鹽化亞鉛2, 醋酸2, 50% alcohol 100, 固定時間 24時間, 固定後 50% alcohol로 洗滌)으로 固定한 다음 paraffin包埋切片을 만들고 이를 染色(haematoxylin)하였다.

## III. 實驗結果 및 考察

實驗材料 및 方法 I에서 얻은 剝皮殼을 擴大하여 觀察한바 蠶蠶에서 볼 수 있는 毛叢 tuft of hairs (setae)의 位置에 다른 部位에 있는 體毛보다 짧은 털이 1個 乃至 몇 個 있는 것을 볼 수 있다. 外皮의 表面은 微皺 rugulose 및 疣狀突起 tubercle(研究者에 따라 이를 乳嘴突起 nodules<sup>(2,3,9)</sup> 라고도 하고 表面小突起<sup>(20,21,18)</sup> 라고도 한다)의 存在에 依하여 表面이 粗面을 이루고 있는 點에서 田中<sup>(20)</sup>의 報告와 一致하였으며 이들 外皮의 表面構造는 發育의 時期와 또한 그 部位에 依하여 뚜렷한 差異가 있는 點에 있어서도 同一하였다. 中蠶期는 壯蠶期보다는 오히려 稚蠶에 가까운 狀態라 할 수 있으며 發育成長 및 生理機能의 點에서도 一大 轉換期라 할 수 있지만 그 表面構造는 2齡 起蠶에 恰似한 縮皺狀을 이루고 있다. 蠶蠶時의 症狀突起上에 생기는 剛毛 bristle의 數는 個體의 으로 큰 變異가 있을 뿐더러 Table I에서 보는 바와 같이 그 部位에 따라 數에 差異가 있는 點에 있어서도 從來의 많은 報告와 같은 傾向이었다.

### 1. 發育에 따른 外皮의 表面構造

外皮의 表面構造는 發育과 그 部位에 따라 若干의 差異가 있고 起蠶의 外皮表面에 볼 수 있는 縮皺狀은 그 後의 發育에 따라 漸次 伸長 緊張하므로써 盛食期에 이르러 거의 消失되는 事實은 各齡 共通이었다.

Table 1. Number of setae (tuft of hairs) on the tubercles

Position	Trunk			Abdomen										
	Segment	Thorax			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Subdorsal line	a	5-6	6-7	6-7	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3
	b	4-6	6-8	6-8	4-5	4-5	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	6-9	3-4	3-4
	c	7	7	7	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3
	d	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4	3-4	3-4	5-4	3-4	5-6	3-4	
Supraspiracular line	a	3	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	
	b	4	5-6	5-6	4	4	4	4	4	4	4	4	3-4	
	c	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	
	d	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Subspiracular line	c	5	5	5										
	b	4-5	4-5	4-5										
	c	5	5	5										
	d	4	4	4										
basal line	a	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5		
	b	4-5	5	4-5	4	4-5	5-6	5-6	5-6	5	5	5-6		
	c	5	5	5	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6		
	d	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6		

Remark : a.....Result of Writer  
 b.....Result of Tanaka  
 c.....Result of Sotoyama  
 d.....Result of Iketa

## 2. 部位에 따른 外皮의 表面構造

盛食期에 이르러 起蠶에서 볼 수 있는 外皮의 縮皺狀은 없어지고 體表面에 龜裂狀의 凹凸線에 의하여 鮮明치는 얇지만 不規則한 區劃을 이루는 點에 있어서 田中<sup>(20)</sup>의 報告와 같은 傾向이었다. 腹板 sternum에서는 前記 區劃이 背板 tergum에 있어서와 같이 胴部의 前半部에서 發見할 수 있다.

그 形狀도 tergum에서는 星狀을 하지만 sternum에서는 菱形으로서 斜行하고 있다. 胴部의 後半部에서는 tergum에서와 같이 表面小突起에 의한 外觀상의 區劃이나 또는 龜裂狀의 凹凸線에 의한 區劃도 發見할 수 없다.

前胸部 prosternum의 表面에는 全面的으로 細粒狀의 表面小突起가 稠密하게 分布하고 있다. 田中<sup>(20)</sup>는 日 115×支108을 供試하여 切片觀察의 結果 tergum에서 頸部の 것은 圓筒狀, 胸部的 것은 針狀, 腹部的 것은 環節前半部에서는 針狀, 後半部에서는 窟狀乃至 凸圓狀을 한다고 하였고 Kuwana<sup>(9)</sup>는 系統 또는 品種間에서의 表面小突起에 對하여 觀察을 하고 中國種에 이 表面小突起가 전혀 없는 品種이 있음을 報告하였고 有賀<sup>(1)</sup>도 各種系統에 對하여 그 形狀이 다른 表面小突起를 記載하였고 高橋<sup>(18)</sup>는 그 形狀을 圓錘狀 圓筒狀 및 舌狀 등으로 區分하고 있다. 著者が 供試한 蠶103×蠶104에서는 一般的으로 頸部에서는 圓錘狀, 環節前半部에서 tergum의 것이 細粒狀 sternum의 것이 凸突 菱形이었다. 有賀<sup>(1,2)</sup>는 斑紋部에 있어서의 表面小突起의 形狀 크기 및 그 密度는 斑紋의 種類에 따라 다르고 또한 斑紋을 構成하고 있는 色素部位에서는 이것이 白色部分보다 한층 稠密한 傾向이 있다고 하였으며 田中<sup>(20)</sup>도 같은 報告를 하였고 著者도 前記 研究者들과 大略 같은 結果를 얻었다.

斑紋部에서 볼 수 있는 表面小突起는 表面的으로도 有色細粒狀을 이루어 다른 部分보다 鮮明하게 觀察되며 더구나 이들의 小突起群은 白色部에 依하여 區劃되고 있다.

## 3. 胸腹部 및 節間膜部에 있어서의 外皮

胴部 : 外皮의 切片은 haematoxylin에 依하여 濃染되는 最外層의 薄膜인 ecto cuticle과 이 染色素에 依하여

全히 染色되지 않는 比較的 두꺼운 endo cuticle의 2層을 分明히 認定할 수 있을 뿐더러 仔細히 觀察하면 前記 ecto-endo cuticle의 中間에 haematoxylin에 依하여 얇게 染色된 斑紋部를 發見할 수 있다. 이 斑紋部가 即 primary cuticle과 secondary cuticle의 中間에 있는 meso cuticle에 該當하는 것으로 看做될 뿐더러 이들은 cuticle의 外面에 位置하는 圓筒形의 表面小突起의 對應的 位置에 있는것 같다. 各胸節의 cuticle의 表面에는 全面的으로 細粒狀의 表面小突起가 形成되어 있고 이들의 突起의 基部는 모두 크게 肥大發達하므로써 隆起되어 있어 表面觀察에서 볼 수 있는 瘤狀部는 주로 이 部分에 相當된다고한 田中<sup>(21)</sup>의 報告와 同一하였다.

腹部: 諸般 構造가 胸部環節의 外皮에 近似하지만 表面小突起에서 볼 수 있는 基部隆起는 胸部에서 보다 發達하여 隆起樣相(瘤狀)을 한층 돋보이게 한다. 腹部 末端環節의 構造에 있어서도 ecto, meso, endo cuticle로서 다른 部位와 같지만 表面構造 및 構成層의 두께 등에 있어서는 若干의 差異點을 發見할 수 있다. 即 anal plate의 表面은 平滑하며 表面小突起가 全然 分布되어 있지 않고 다른 部位에 比하여 相當히 두껍게 되어 있다.

節間膜部: 各環節의 節間膜部의 外皮는 ecto-endo cuticle의 2層만으로 構成되어 있다. 이러한 事實은 高橋<sup>(16,18)</sup>의 報告와 一致하는 것이 있으며 또한 이 部位의 表面에는 表面小突起가 없고 全面이 不規則한 皺狀을 呈하고 있다.

#### 4. 眠期에 있어서의 外皮의 分化

新外皮의 形成 即 眠期에 있어서의 眞皮細胞 epidermal cells, hypodermis는 有賀<sup>(1)</sup>, 伊藤<sup>(3)</sup> 등에 依해서 報告된 바와 같이 그 形態와 核 및 細胞質에 크게 變化가 일어 나게 되고 眞皮細胞는 세로로 길게 되며 基底膜 近處에 位置했던 核이 中央으로 移動한다. 核內의 染色質 chromatin에도 變化가 일어 나고 nucleus도 많아져서 核內物質의 一部가 細胞質中에 나온다. 細胞質中에는 空胞와 그 周圍에는 많은 glycogen이 나타나며 또한 細胞質中에는 ribonucleic acid (RNA)가 많아진다. 이러한 現象은 眞皮細胞의 機能이 眠期에 活潑하다는 證左일 것이다. 또한 細胞質中에 mitochondria(生體觀察이 可能한 絲狀 또는 顆粒狀의 小體) 또는 golgi body를 볼 수 있어 이들이 新外皮形成에 關與하고 있다<sup>(2)</sup>. 한편 舊皮의 最下層은 眞皮細胞中으로 부터의 物質에 依하여 溶解되어 있는 狀態를 把握할 수 있고 이와 같은 變化에 依하여 眞皮細胞의 最下層에 突起가 나타나게 되며 그 數는 表面小突起의 數와 大體로 一致한다. 그 후 제1차外皮가 形成되고 脫皮後는 주로 제2次外皮가 形成되며 幼蟲期의 新外皮形成에 있어서는 chitin化(quinone tanning, scleralized)는 일어 나지 않는 것 같다. 이와 같이 眠期에 있어서의 모든 生理解剖學的 現象을 伊藤<sup>(3)</sup>는 新外皮를 形成하기 爲한 一連의 所産이라고 하였다. 眞皮細胞에서의 新外皮 形成을 爲한 分泌面의 狀態를 보면 緊張狀態에 있는 盛食期蠶의 分泌面의 細胞境界는 鮮明하지만 眠蠶期에서는 그렇지 못하며 部位에 따라서는 haematoxylin 親和性的의 顆粒狀의 細胞內容이 染色性を 잃어 가며 漸次 新外皮 또는 表面小突起 基部隆起部속으로 移行하고 있는 것을 認定할 수 있다. 한편 眠期에 있어서의 表面小突起의 狀態를 보면 眠의 初期에 形成되지만<sup>(3,5)</sup> 이들의 表面小突起는 Table에서 보는 바와 같이 起蠶과 盛食期蠶사이에는 큰 變化가 없다.

Table 2. The length of nodules in the immediately after ecdysis of newly moulted and gluttonous (active eating) stage silkworm (5th instar)

Region of inquiry	Newly moulted silkworm	Gluttonous (active eating) stage silkworm
Thorax	8.62±0.65 <sup>#</sup>	8.15±0.45 <sup>#</sup>
Abdomen	Ventral part	6.32±0.76
	Dorsal part	3.76±0.42
		5.85±0.35
		2.85±1.25

Remark : 1) Race.....Jam 103×Jam 104

2) Measurement point

{ Thorax.....Mesothorax (tergum)

{ Abdomen.....2nd abdominal segment (tergum)

3) Average of 3rd silkworm

眠中에 있어서의 外皮分化狀態를 同一個體에서 調査하여 보면 胸部와 腹部에서는 外皮는 이미 分明히 構成層으로 認定되지만 頭部에서는 表面小突起의 形成은 大略 끝난 程度로서 外皮의 分化는 거의 認定되지 않는다. 外皮의 두께는 眠中에는 胸部의 것이 腹部에 比하여 若干 얇지만 起蠶 또는 盛食期蠶에 있어서는 이와

反對로 胸部의 것이 오히려 두껍다고 田中<sup>(21)</sup>는 報告한바 있지만 本 調査研究에 있어서는 두드러진 傾向을 發見할 수 없었다.

外皮의 形成에 있어 細胞核이 큰 役割을 한다는 點에 있어서는 伊藤<sup>(3,4)</sup>의 研究結果에서 뚜렷하지만 蠶體의 部位에 따른 外皮의 두께의 形成能의 差異點에 起因할 것이지만 이 點에 있어서는 앞으로 研究의 餘地가 있다고 본다.

### 5. 各齡別에 있어서의 外皮의 差異

各齡別로 盛食期에 있어서의 外皮의 두께를 各 位置에 따라 調査한 結果를 보면 다음과 같다. (Table 3)

Table 3. The thick of cuticle in the gluttonous (active eating) stage silkworm of each instar.

Silkworm instar	Length ( $\mu$ )		
	Thorax	Abdomen	Intersegmental membrane
1st instar	2.2±0.5	1.8±0.2	1.5±0.2
2nd instar	6.4±1.5	6.1±0.5	4.1±0.4
3rd instar	17.3±1.6	16.2±1.2	12.5±0.8
4th instar	24.6±2.5	22.4±1.6	18.2±1.6
5th instar	43.2±3.2	38.5±2.5	35.7±2.1

Remark : 1) Race.....Jam 103×Jam 104

2) Measurement point

{ Thorax.....Mesothorax (tergum)

{ Abdomen.....5th abdominal seg. (tergum)

{ Intersegment membrane.....5th abdominal seg. (tergum)

3) Average of 3rd silkworm

外皮는 어느 部位에 있어서도 齡을 더함에 따라 두꺼워진다. 또한 外皮 두께의 相互間의 調査部位의 內容을 살펴보면 各齡에 걸쳐 節間膜部位보다는 腹部, 腹部보다는 胸部의 順으로 두껍게 되어 있고 또한 같은 環節의 두께에 있어서도 各齡 共히 sternum보다는 tergum이 두껍게 되어 있다. 또한 5齡期에 있어서의 外皮의 量的變化(頭部除外)에 關하여 調査한 結果를 보면 다음과 같다(Fig.1.—Fig.6).

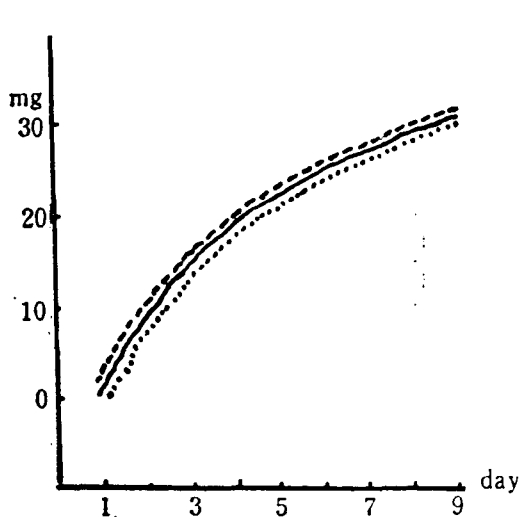


Fig. 1. The variation of dry matter in the cuticle (5th instar, head exception)

Remark:

1. Race——Jam 103×Jam 104

2. Materials—Average of 2nd silk worm

3. Real line(—)Average(우송)

Rent line(----)♀

Dotted line(.....)♂

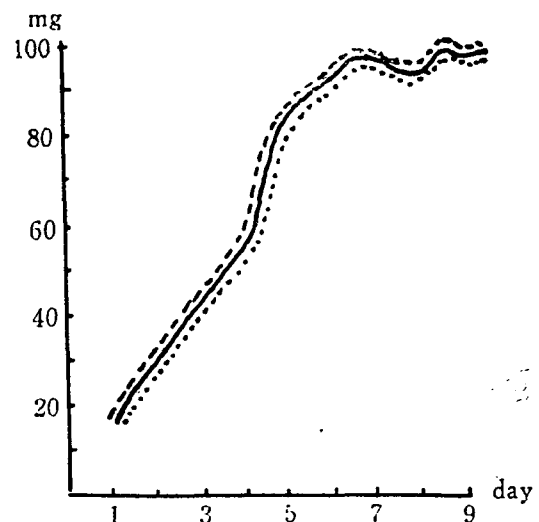


Fig. 2. The variation of fresh matter in the cuticle (5th instar, head exception)

Remark: Reference Fig. 1.

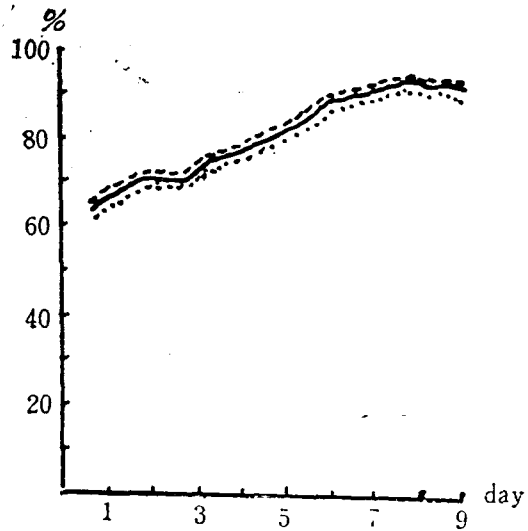


Fig. 3. The variation of moisture ratio in the cuticle (5th instar, head-exception)  
Remark: Reference Fig. 1

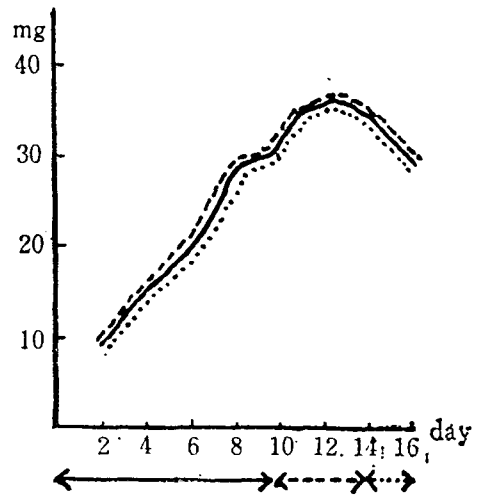


Fig. 4. The variation of exuvium (cuticle) in the spinning and prepupa stage (head inclusion)  
Remark:

1. Race—Jam 103×Jam 104
2. Materials—Average of 2nd silkworm
3. Real line(—)Average(♀, ♂)  
Rent line(----)♀  
Dotted line(.....)♂
4. (←—→) 5th instar stage  
(←-----→) Spinning stage  
(←-----→) Prepupa stage

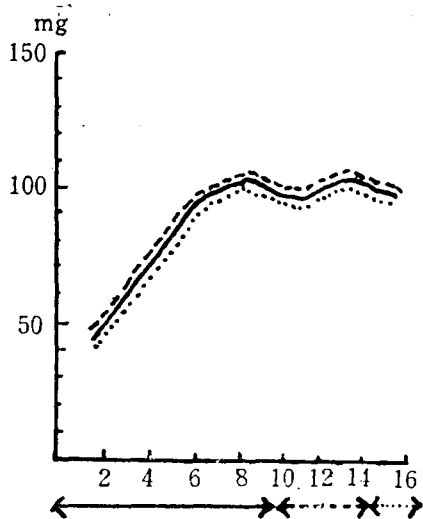


Fig. 5. The variation of fresh matter in the spinning and prepupa stage (head inclusion)  
Remark: Reference Fig. 4

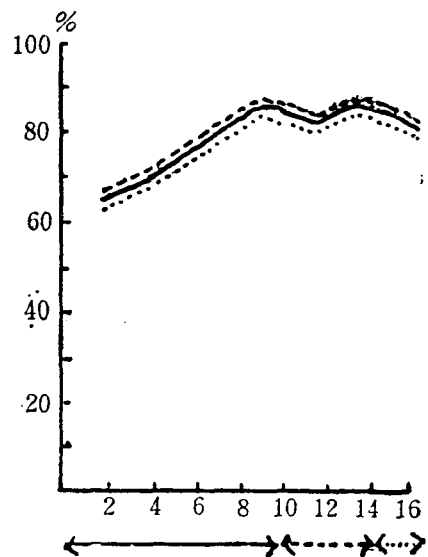


Fig. 6. The variation of moisture ratio in the spinning and prepupa stage (head exception)  
Remark: Reference Fig. 4

即 新鮮物量은 (Fig. 2) 5齡起眠 以後 盛食期에 이르기 까지 크게 增加하지만 이 時期를 벗어나면 平衡을 이루며 乾物量은(Fig. 1) 新鮮物과 같이 急增加는 아니지만 緩慢增加狀이었으며 水分率도 5齡 제7日째까지는 若干 增加하는 傾向이었으며 Fig. 1—Fig. 3에 있어서 우은 상에 比하여 高率을 나타냈다.

spinning stage 및 prepupa stage (Fig. 4—Fig. 6)에 있어서는 Fig. 4—Fig. 6. 共히 5齡期에 있어서는 增加傾向을 나타냈지만 그 以後에 있어서는 平衡水準을 維持했으며 이러한 事實들은 伊藤<sup>(4)</sup>, 田中<sup>(21)</sup> 등과 大略 같은 結果였다.

#### IV. 摘 要

昆蟲의 外皮는 蟲體를 保護하는 役割을 할 뿐더러 筋肉의 附着點으로써 마치 骨格과 같은 役割도 하고 있다 家蠶의 外皮에 關해서는 從來 많은 研究가 있었지만 모두 特定時期 또는 部位를 對象으로 하여 왔고 또한 垂直的이며 組織學的인 構造에만 局限되어 왔다 그러나 家蠶은 發育段階 即 齡別 또는 起蠶 盛蠶 眠蠶등에 따라서 差異가 있으므로 廣範圍한 時期와 部位에 걸쳐 平面的인 構造는 勿論 外皮의 分化 또는 吐絲期 및 前蛹期에 이르기까지 이를 追究하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

##### 1) 發育에 따른 外皮의 表面構造

外皮의 表面構造는 發育과 그 部位에 따라 差異가 있고 起蠶의 外皮의 皺皮는 그 후의 發育에 따라 消失된다

##### 2) 部位에 따른 外皮의 表面構造

盛食期에 이르르면 體表面에 龜裂狀의 凹凸線에 의하여 不規則한 區劃을 이루고 그 形狀은 tergum에서는 星狀을 하지만 sternum에서는 菱形으로서 斜行한다.

斑紋部에 있는 表面小突起는 表面的으로도 有色細粒狀을 이루어 다른 部分보다 鮮明하게 觀察되며 더구나 이들의 小突起群은 白色部에 依하여 區劃되고 있다.

##### 3) 胸腹部 및 節間膜部에 있어서의 外皮

胸部: ecto-endo cuticle의 中間에 haematoxylin에 依하여 얇게 染色되는 斑點部가 있어 이것이 meso cuticle에 該當된다고 看做되며 cuticle의 外面에 位置하는 圓筒形의 表面小突起의 對應的 位置에 있는것 같고 全面的인 細粒狀의 表面小突起는 그 基部가 크게 肥大發達함으로써 所謂 瘤狀部는 여기에 該當되는 것으로 認定된다.

腹部: 表面小突起의 基部隆起는 한층 發達되어 있고 anal plate의 表面은 平滑하며 表面小突起가 全히 分布되어 있지 않고 다른 部位에 比하여 相當히 두껍다.

節間膜部: ecto-endo cuticle의 2層만으로 構造되어 있고 여기에는 表面에 表面小突起가 없고 全面이 不規則한 皺狀을 이루고 있다.

##### 4) 眠期에 있어서의 外皮의 分化

胸部와 腹部에서는 外皮는 이미 分明히 構成層으로 認定되지만 頭部에서는 表面小突起의 形成은 大略 끝난 程度로서 外皮의 分化는 거의 認定되지 않는다.

##### 5) 各齡別에 있어서의 外皮의 差異

盛食期에 있어서의 外皮의 두께를 各 位置에 따라 調査한 結果를 보면 Table 3에서 보는 바와 같고 5齡期에 있어서의 外皮의 量的變化(頭部除外)에 關하여 調査한 結果를 보면 Fig. 1—Fig 6에서와 같다.

#### V. 參 考 文 獻

1. 有賀久雄(1943): 蠶試報告, 11, 387-425.
2. ———(1961): 新編養蠶學大要(養賢堂), 139-141.
3. 伊藤智夫(1951): 蠶試報告, 13, 305-328.
4. ———(1951): 蠶試報告, 13, 585-628.
5. ———(1954): 應用動物, 16, 132-134.
6. ———(1959): 實驗形態學新說(養賢堂), 199-217.
7. 伊東廣雄(1929): 蠶體解剖及生理學(明文堂), 296-301.
8. 板谷健吾(1938): 理論實驗蠶體生理學(弘道館), 92-94.
9. Kuwana, Z. (1932): Proc. Imp. Acad. Japan, 8, 105-108.
10. ———(1933): Proc. Imp. Acad. Japan, 9, 280-283.
11. ———(1940): Annot. Zool. Japan, 19, 307-400.

12. 川瀬茂實(1960) : 日蠶雜, 29, 357-360.
13. ——(1960) : 日蠶雜, 29, 284(講演要旨).
14. 金洛禎・尹鍾瓏・朴炳禧(1966) : 蠶體解剖生理病理學(郷文社), 20-21.
15. 森 精(1965) : 昆蟲, 33, 385-426.
16. 高橋保雄(1956) : 應用動物, 21, 9-14.
17. ——(1957) : 日蠶雜, 26, 45-49.
18. ——(1959) : 長野縣蠶試報告(58), 1-100.
19. 竹田寛・田中一行(1959) : 日蠶雜, 28, 171(講演要旨).
20. 田中一行(1970) : 日蠶雜, 39(2), 94-103.
21. ——(1971) : 日蠶雜, 39(4), 335-337.
22. YAGI N. and KOYAMA (1963) : The compound eye of Lepidoptera(丸善), 15-21.