

## 韓牛에 感染된 *Theileria sergenti* merozoite의 微細構造

白秉杰 · 金秉洙 · 李浩一

(全北大學校 獸醫科大學)

(1990. 7. 9 접수)

### Fine structure of *Theileria sergenti* merozoite in Korean native cattle

Byeong-kirl Baek, Byeong-su Kim, Ho-il Lee

College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University

(Received July 9, 1990)

**Abstract:** The fine structure of the inoculated *Theileria sergenti* on the splenectomized Korean native cattle was observed to delineate the morphological characteristics with transmission and scanning electron microscope. The cattle was inoculated with 1.5ml cryopreserved stabilate ( $5.63 \times 10^6/\mu\text{l}$ , PE 3%). At peak parasitemia (40%), infected blood was collected, washed and then *T sergenti* was observed.

Scanning electron micrograph of the erythrocytes infected with *T sergenti* appeared various irregular from involving specific swelling, and abnormal projections like acantocyte, echinocyte and knizocyte.

Transmission electron microscopic studies of *T sergenti* showed that piroplasm possess intracytoplasmic food vacuole, rhoptries and tubule. Merozoite, 0.6~1.8 $\mu\text{m}$  to 0.4~1.2 $\mu\text{m}$  in length, surrounded by 10~15nm thickness of pellicula, which is surrounded by a single unit membrane.

Various size of veil which was observed in stroma of erythrocytes infected with *T sergenti*, located at the proximate part of the merozoite. The merozoite multiplied by means of binary fission so that two and more oval-like merozoites in the stroma of infected erythrocyte could be observed.

**Key words:** *Theileria sergenti*, merozoite, pellicula, rhoptry, binary fission.

### 緒論

우리나라 소에 感染된 *Theileria sergenti*는 養畜家에게莫大한 經濟的 損失을 주고 있으며 風土病化되어 있는 住血原蟲性 疾病인 타일레리아病의 病原體로 알려져 있다. 그러므로 타이레리아病에 의한 經濟的 損失을 最小化 하기 위해 이미 治療 및 豫防對策에 關한 研究가 이루어진 바 있다.<sup>1,14</sup> 우리나라의 *T sergenti*에 대한 光學<sup>11</sup> 및 電子顯微鏡的研究는 韓<sup>15</sup>에 의해遂行된 바 있고, 外國에서도 많은 研究가遂行되었다.<sup>16,20</sup> *Theileria*屬 중에서 *T sergenti*外 他 種類에 대한研

究中 微細構造와 各 器官의 機能 및 種의 分類 目的으로 蟲體의 各 器官의 形態學的 特性에 대한 研究가 廣範圍하게遂行되고 있는 實情에 있다.<sup>21,28</sup> 우리나라 소에寄生하는 *T sergenti*에 대한 光學 및 電子顯微鏡的觀察에서 多樣한 形態가 나타난다고 報告된 바 있으나<sup>11,15</sup>, 이같은 成績으로는 *T sergenti*의 微細構造에 대한 特性을 파악하는데 미흡한 것으로思料되어 著者들은 우리나라에 分布하고 있는 *T sergenti*를 脾臟摘出한 韓牛에 接種하고 感染 赤血球의 外部 形態, 赤血球內 merozoite의 細胞膜, rhoptry, tubvle, 食胞, veil 그리고 核膜 등에 대한 微細構造를 電子顯微鏡的으로

이 論文은 1990년도 文教部 學術研究助成費에 의하여 研究되었음(畜產開發研究所).

觀察하였기에 그結果를 이에 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

**T sergenti** 原蟲株의 準備：1987년 全北山間地域에서 飼育되고 있는 韓牛의 赤血球內에 *Theileria sergenti* 가 感染되어 있는 血液( $RBC 5.63 \times 10^6/\mu l$ , 赤血球內 寄生率 3%)을 dimethylsulfoxide로 處理하여<sup>29</sup> 窒素 탱크에 保管하였다가, 5個月齡의 脾臟 摘出 韓牛(No. 62)에 筋肉 接種한 後 第30日째에 赤血球內 寄生率이 40.1%에 達하는 感染 血液( $RBC 5.21 \times 10^6/\mu l$ )을 抗凝固劑를 利用, 無菌의으로 探血한 後 微細構造觀察을 위한 試料로 사용하였다.

**感染赤血球의固定 및 走查電子顯微鏡觀察：**感染赤血球와 寄生蟲體의 微細構造를 電子顯微鏡의로 觀察하기 위하여, 前報의 方法에<sup>30</sup> 準하여 다음과 같이 固定하였다. 즉 感染 血液을 遠心分離( $1,500 rpm : 30$ 分) 하여 磷酸緩衝溶液(pH7.4)으로 3回 水洗한 後 1.25% glutaraldehyde(Sigma Co)로  $-4^{\circ}C$ 에서 1時間 固定한 後 5번 세척하여 10% bovine serum albumin(Sigma Co)을 添加하여, 이를 다시 5% glutaraldehyde로 固定하였다. 이에 1% osmium tetroxide(Sigma Co) 溶液으로 連續 固定하여, acetone으로 脱水, gold coating 한 後 走查電子顯微鏡(JSM-T 330A)으로 感染赤血球의 外部形態를 觀察하였다.

**透過電子顯微鏡觀察：**固定赤血球를 알콜로 超脫水한 후 epon(Sigma Co) 溶液에 浸透, block을 만든 후 薄片切片器(Ultramicrotome, LKB 5001)를 이용하여 90nm 두께로 切片하여, uranyl acetate와 lead citrate로 染色한 후 透過電子顯微鏡(Carl Zeiss, EM 10C)으로 觀察하였다.

## 結 果

韓牛에 感染된 *T sergenti*를 5個月齡의 脾臟摘出 韓牛에 人工接種한 後, 赤血球內 寄生率이 40.1%에 達했을 때, 薄層塗抹 標本을 製作하여 光學顕微鏡으로 觀察한 結果는 Table 1에서 보는 바와 같이 慧星形(Commet) 40%, 棍狀形(rod) 21%, 點狀形(dot) 15%, 落下傘形(parachute) 9% 그리고 卵圓形(oval)이 7% 이었고 기타 形態의 蟲體는 8%의 順으로 分布되어 있

었다. 하나의 赤血球內에 2 또는 4個의 蟲體가 觀察되는 例가 있었으며, 한 視野에서도 이와 같은 여러 形態의 原蟲을 갖고 있는 赤血球가 觀察되었다(Fig 1).

走查顯微鏡 觀察에서 正常 赤血球의 形態(Fig 2)는 表面이 平滑한 圓盤形이었으나, *T sergenti*에 感染된 赤血球는 不定形으로 대부분 有棘赤血球로 觀察되었다 (Fig 3). 또한 蟲體의 赤血球內 寄生으로 赤血球 表面이 隆起되어 있거나, 赤血球 表面에 附着 또는 赤血球內로의 侵入過程에 있는 原蟲은 觀察할 수 없었다.

透過電子顯微鏡 觀察에서 赤血球內 *T sergenti*의 merozoite는 蟲體의 切斷되는 方向에 따라 Fig 4에서와 같이 原蟲은 卵圓形, 楕圓形 등의 形態로 觀察되었다. 原蟲의 크기는  $0.6 \sim 1.8 \mu m \times 0.4 \sim 1.2 \mu m$ 이었으며, 圓形(Fig 5)인 경우는 작게 觀察되었다. 2分裂 중인 例(Fig 6)에서는 약간 긴 狀態로 觀察되었고 2分裂過程에 있는 蟲體는 the 核의 2分裂에 이어 細胞質이 나누어지는 過程을 취하고 있었다.

Merozoite의 細部 器官을 觀察한 所見(50,000倍率)에서는 蟲體의 尖端에 該當되는 部位에 排泄機能을 하는 것으로 알려진 排泄小器官(tubule)이 觀察되었으며 (Fig 5), 蟲體를 둘러싸고 있는 蟲體膜(pellicula)의 두께는 10nm~15nm로서 電子密度가 다른 2個의 層으로 構成된 2重膜으로 構成되어 있음이 觀察되었다(Fig 7). 核膜은 細胞膜을 單一膜(unit membrane)으로 둘러싸여 있고, 大부분의 核은 蟲體의 한쪽에 치우쳐 蟲體膜에 隣接되어 있었다. 80,000倍率에서의 蟲體內部의 器官을 명확히 觀察할 수 있었던 原蟲에서는 食胞가 觀察되었으며, 蟲體前半部에서는 2個의 圓形 rhoptry가 주위 細胞質의 電子密度와는 다르게 观察되었다. 그리고 細胞의 原形質內에는 ribosome과 核物質로 思料되는 染色性이 濃厚한 物質이 充滿되어 있었다(Fig 7). 모든 感染赤血球에서는 光學顯微鏡下에서 거의 觀察되지 않았던 赤血球基質과 電子密度가 현저히 다른 veil(hemosiderin)이 蟲體 크기 보다 越等히 크게 觀察되었다(Fig 5), 이 veil은 蟲體와 連結되는 微細管이 없이 分離되어 있는 것으로 觀察되었다.

## 考 察

소에 寄生하는 *Theileria*屬 原蟲의 形態에 대한 光學

**Table 1.** Morphological observation of *Theileria sergenti* merozoite in RBC of 5 month cattle splenectomized by Giemsa staining,  $\times 1,000$

Shapes:	Commet	Rod	Dot	Parachute	Oval	Others
%	40	21	15	9	7	8

및 電子顯微鏡的研究는 여러 나라에서 이미遂行된 바 있으며, 우리나라에 韓<sup>15</sup>이 畜牛에 感染된 小型 piroplasma 原蟲의 크기, 形態, 細胞膜 그리고 蟲體에 의한 赤血球 破壞 狀態들을 電子顯微鏡의으로 觀察하였다.

*Theileria*屬의 *T sergenti*를 包含하여, *T parva*,<sup>21,24</sup> *T mutans*,<sup>26,27</sup> 그리고 *T annulata*,<sup>27,28</sup> 등에 대한 光學顯微鏡과 電子顯微鏡의으로 形態를 觀察한 例는 많이 報告되어 있다. 著者 등이 走查顯微鏡으로 觀察한 所見에서 *T sergenti*에 感染된 赤血球는 acanthocyte, echinocyte 그리고 knizocyte 등과 같은 原蟲性 疾病에 의한 貧血時에 흔히 나타나는 不定形<sup>18</sup>의 赤血球가 많이 觀察되었는데 이것은 *Anaplasma marginale* 感染時에 나타나는 赤血球像과 비슷하였다.<sup>30</sup>

光學顯微鏡과 電子顯微鏡 觀察에서는 *T sergenti*의 形態가 多樣하게 觀察되고 있었는데, 이와 같은 結果는一般的으로 *Theileria*屬 原蟲이 取하고 있는 生活史에 起因되는 것으로, 赤血球內에서 感染後 merozoite의 發育과 無性生殖에 의한 生殖 過程中에 나타날 수 있는 特徵이라고 思料된다.<sup>24,26,31,32</sup> 日本의 Higuchi 등<sup>18</sup>은 *Theileria sergenti*을 赤血球로 부터 遊離시켜 走查電子顯微鏡으로 觀察하였던 바 bacillus form, coccoid form 그리고 rod form 등의 3가지 形態로 分類하였고, Tayama 등<sup>31</sup>은 Giemsa 染色後 光學顯微鏡下에서 10個의 形態로 區分하였는데 이는 原蟲의 赤血球內에서의 發育과 無性生殖에 따른 cytoplasm 量과 形態의 差異 때문으로 생각된다.<sup>26</sup> 한편 *T mutans*에 있어서 原蟲의 크기는 慢性 感染 例에서 보다 急性 感染 例에서 크게 나타나며, 慢性 感染 狀態의 소의 脾臟을 遷出하면 蟲體 數의 增加는 물론 크기도 커지는데 이것은 宿主의 原蟲 感染에 대한 抵抗性에 左右된다고 報告하였다.<sup>26</sup> 이와 같이 同一 原蟲體의 形態가 多樣하게 보이는 理由는 宿主 體內에서 蟲體의 發育段階과 蟲體의 發育을抑制하는 어떤 다른 要因에 起因된 것으로 생각된다.<sup>16</sup> 한편 發育 初期에 原蟲의 形態가 큰 것은 膽養이 풍부한 未成熟 赤血球에서 주로 많이 出現하는데 反하여 分裂能力이 活潑한 원충은 小型으로 觀察되는 것으로 報告되고 있다.<sup>26</sup>

Higuchi 등<sup>16</sup>과 Tayama 등<sup>31</sup>은 *T sergenti*의 光學顯微鏡 觀察에서 4 또는 10個型으로 分類하고 있는데 반하여, Kawai 등<sup>20</sup>은 感染赤血球內에 막대 構造(bar structure)과 veil의 有無 또는 共有與否에 따라서 4種으로 區分하고 있다. 그는 *T sergenti*의 特異單克隆抗體에 特異反應을 일으키는 막대形 構造物은 赤血球內原蟲의 寄生率이 增加함에 따라 增加된다고 하였다. 著者 등의 觀察에서는 電子密度가 큰 veil은 觀察되었으

나, 반대 構造物은 發見할 수 없었는데 이러한 結果는 우리나라에 分布하고 있는 *T sergenti*種의 特性에 起因된 것으로 생각되나 이에 대해서는 앞으로 더 研究되어야 할 것이다.

韓<sup>15</sup>은 *T sergenti*의 蟲體를 縱切斷 時 核은 언제나 한쪽 끝에 位置하며 다른 한쪽에는 細胞의 原形質이 位置하며 한편 核은 原形質 테두리로 둘러싸여 있고, 다른 部分은 赤血球膜과 境界하며, 蟲體와 赤血球와의 境界 사이에는 조그만한 空間이 있다고 報告하였다. 著者 등은 核과 이의 單一膜(Fig 7) 그리고 蟲體와 赤血球 사이에는 2重膜이 있음을 관찰할 수 있었는데 이것은 Buttner<sup>21,25</sup>의 成績과 一致하였으나, 韓<sup>15</sup>은 *T sergenti* 感染 赤血球에서 veil에 대하여는 전혀 記述하지 않았는데 이는 著者 등의 觀察 所見과의 差異點이었다. 著者 등의 觀察 所見에서는 거의 모든 感染赤血球에서 veil 物質이 觀察되었는데 이것은 Kawai 등<sup>20</sup>의 成績과는 一致하나, Uilenberg 등<sup>32</sup>이 英國이나 濠洲의 *T sergenti*株에는 veil이 存在하나, 日本에 分布하고 있는 原蟲株에서는 이것을 觀察할 수 없었다고 한 것과는 差異가 있었다. 따라서 우리나라에 分布하고 있는 *T sergenti*는 日本의 *T sergenti*株와 類似한 顯微鏡的構造를 가진 原蟲株로 생각된다.

Young 등<sup>34</sup>은 *T faurotragi*에서 veil과 蟲體 사이에 실과 같은 構造物로서 서로 連結되어 있다 하였으나, *T sergenti*에서는 그 같은 連結線을 觀察할 수 없었으며, 이는 Kawai 등<sup>20</sup>의 成績과 一致된다. *T sergenti*에서 排泄機能을 하는 것으로 알려진 tubule은 蟲體와 連結되어 있고 그 機能은 赤血球內原蟲의 侵入과 繫密한 關係가 있으나, 그것은 分明히 排泄器官<sup>16,17</sup>에 해당되며, *Babesia equi*에 있어서는 飲食物의 吸收器官役割을 하는 것으로 알려져 있다.

著者 등의 觀察에서 tubule은 蟲體의 上端部位에 있는 膜은 膜에 의해 區分되어 있고, 이의 明確한 形態는 增殖段階에 있는 蟲體에서 흔히 나타났으며<sup>16</sup>, 여기에서 排出된 것으로 보이는 物質이 赤血球外部에 存在하는 것으로 보아 排泄器官을 가진 것으로 생각된다.<sup>16</sup> *T sergenti* merozoite의 外膜은 150~180Å 두께의 二重膜으로 構成되어 있었는데 이는 日本에 分布하고 있는 *T sergenti*의 그것과 큰 差異가 없었다. 또한 蟲體의 原形質內에서는 mitochondria, Golgi體, microtubule 등을 觀察할 수 없었는데, 이와 같은 結果는 固定方法과 電子顯微鏡의 操作技術의 差異에서 온 結果라고 생각된다.

*T sergenti*의 增殖(Fig 6)은 核과 細胞質이 2分裂되어 하나의 赤血球에서 2 또는 3개로 증가(Fig 4)되고

있는데 이것은 Oteng<sup>26</sup>의 主張과 같이 *T. sergenti*는 *T. annulata*와 *T. mutan*에서처럼 한개의 虫體가 2分裂法으로 4個의 娘을 生産하는 過程을 取한다고 볼 수 있다. 그러나 *T. parva*<sup>21</sup>의 赤血球內原蟲의 形態는 다른 *Theileria*屬原蟲과 거의 비슷하고 赤血球內에서는 增殖되지 않으며 光學顯微鏡下에서는 2個 또는 3個의 原蟲이 하나의 赤血球에서 觀察된다. 그리고 虫體와 赤血球細胞質을 區分시키는 單一膜(unit membrane)은 電子顯微鏡觀察에서 報告되었다. 또한 *T. mutan*<sup>25</sup>는 赤血球內에 1~2個의 虫體가 觀察되나, 電子顯微鏡觀察에서는 3~5個까지도 觀察되며 그 形態는 多樣하여 圓形, comma形, 楕圓形 그리고 球形 등이며, 이들의 直徑은 1~2μm, 直徑은 0.3~0.8μm이며, 여려 個의 虫體가 存在할 경우의 形態는 圓形 또는 楕圓形이 주로 觀察된다.

Buttner 등<sup>21</sup>은 *T. parva*의 電子顯微鏡觀察에서 merozoite核의 크기는 63Å이며, 400~500mμ 두께의 單一膜(unit membrane)으로 둘러싸여 있으며, 이는 2重膜(pellicula)과 密接되어 있으나 均等한 核質, 課粒物質의 濃縮物이 觀察되지 않는 것으로 보아 形態學의 으로는 *T. mutans*와 一致한다고 報告하였다. *T. mutans*과 *T. parva*의 差異點은 前者는 虫體와 核의 크기가 크며, 細胞原形質內의 空間이 넓어서 더 많은 食胞가 存在하고 있으나 *T. parva*에서는 ribosome이 充滿된 細網內皮層이 schizonte에서 뚜렷하게 나타나는데, 이러한 差異點은 電子顯微鏡下에서만 觀察되었고, 光學顯微鏡下에서는 잘 나타나지 않았다. 著者 등의 觀察에서도 核膜은 *T. parva*와 같이 單一膜(unit membrane)으로 構成되어 있으나 核內容物質은 Higuchi 등<sup>16, 17</sup>의 觀察所見과 같이 ribosome 物質塊는 주위 物質의 電子密度와 다르게 觀察되었고, 細胞質內에서는 發育

中인 虫體에서 나타나는 rhoptry가 Fig 7에서 2개 觀察되었는데 이것은 3개 또는 그 이상의 rhoptry가 나타난다고 보고한 Higuchi 등<sup>16</sup>의 성績과는 차이가 있었다. *T. annulata*에 있어서는 媒介昆蟲인 친드기腸管內에서도 rhoptry가 發見되기도 한다.<sup>27</sup> 著者 등의 成績을 綜合하면 국내의 *T. sergenti*는 前報<sup>13</sup>에서 本原蟲株를 이용하여 抗原의 特異性을 免疫酵素學의 由日本의 原蟲株와 同一한 種 임을 밝힌 바와 같이 日本에 分布하고 있는 原蟲株와 거의 비슷한 微細構造를 갖고 있음을 觀察할 수 있었다.

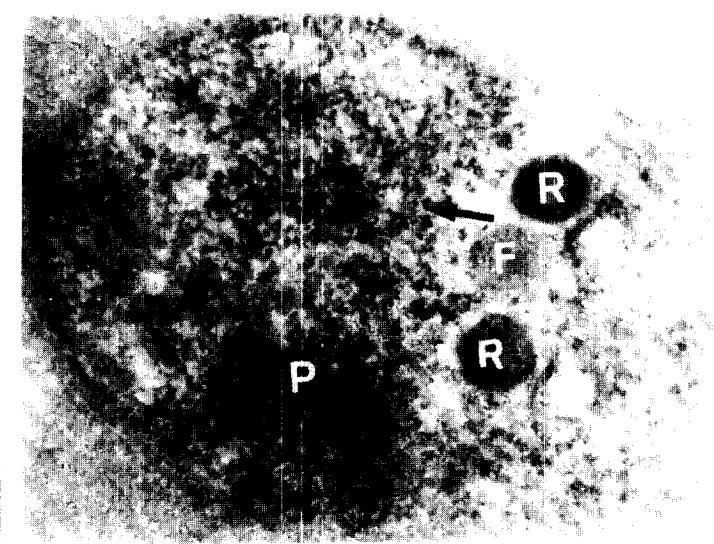
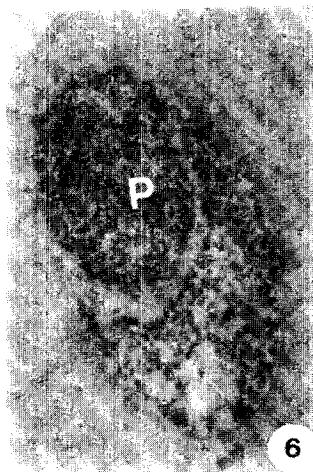
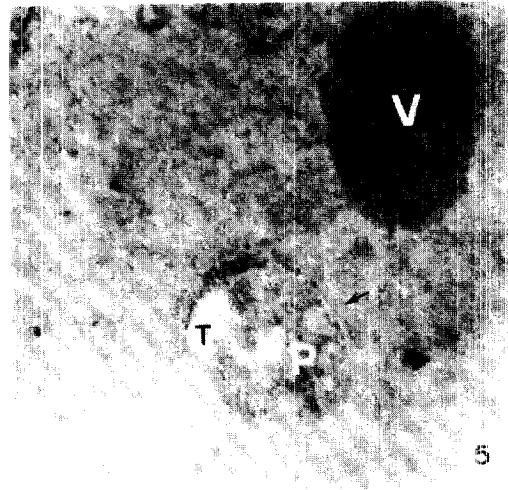
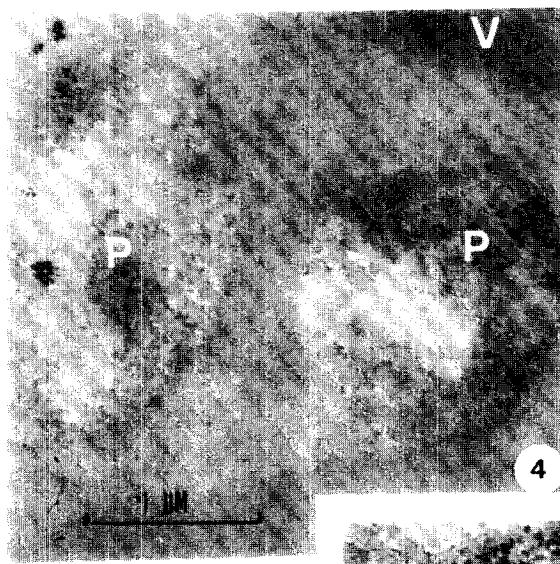
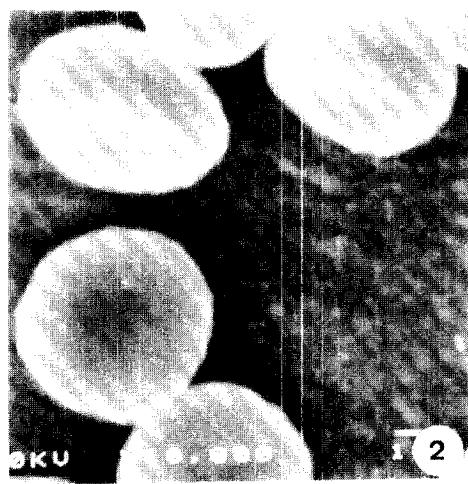
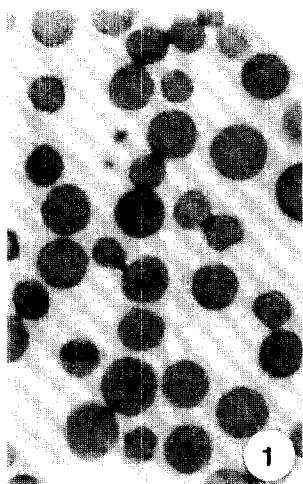
## 結論

우리나라 소에 分布하고 있는 *Theileria sergenti*의 微細構造를 走查 및 透過電子顯微鏡으로 觀察하고자, 5個月齡의 脾臟摘出 韓牛에 冷凍保管 原蟲株를 筋肉注射로서 接種하고 30日後에 赤血球內 寄生率이 40.1%에 達하였을 때 標本을 製作하여 感染赤血球의 外形과 虫體의 形態를 觀察하였던 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

走查顯微鏡觀察에서 正常 赤血球의 外形은 圓板形이었고 感染 赤血球는 有棘形의 부정形을 나타내었으며, 赤血球 表面에 附着 또는 侵入過程 중의 虫體는 觀察할 수 없었다. 透過顯微鏡觀察에서 赤血球內 虫體의 크기는 0.6~1.8μm × 0.4~1.2μm이었고, 하나의 赤血球內에 2 또는 3個의 虫體가 나타나 2分裂 狀態의 虫體가 觀察되었다. 虫體의 上端部位에는 10nm~15nm 두께의 虫體膜(pellicula)으로 둘러싸인 tubule과 rhoptry가 있었으며, 核은 舂은 單一膜에 의하여 細胞質과 區分되어 있었고 赤血球內 基質層에는 虫體와 分離되어 있는 veil이 觀察되었다.

## Legends for Photographs

- Fig 1. Micrograph of the bovine erythrocytes infected with *T. sergenti*. ×1,000.
- Fig 2. Scanning electron micrograph of the erythrocytes of cattle. The smooth texture and doughnut shapes are observed on the erythrocytes noninfected with *T. sergenti*. ×10,000.
- Fig 3. Scanning electron micrograph of the erythrocytes. The specific irregular form is observed on the surface of erythrocyte infected with *T. sergenti*. ×7,500.
- Fig 4. Electron micrograph of *T. sergenti* merozoite in the stroma of infected erythrocyte. Two oval like shape of merozoite with veil(V) in the stroma of erythrocyte. ×50,000.
- Fig 5. Round shape merozoite (P) with pellicula (←) and veil in the stroma are observed. and tubule (T) could be found at the apical position of merozoite.
- Fig 6. Binary fission of parasite could be found very frequently. ×50,000.
- Fig 7. Pellicula membrane, two rhoptries (R), food vacuole (F) and very faint membrane of nuclear (←) were able to observed in infected erythrocyte. ×80,000.



## 參 考 文 獻

1. 姜英培, 張桓. 脾臟摘出 송아지에 있어서의 *Haemaphysalis longicornis* 진드기를 통한 *Theileria sergenti* 感染症 人工誘發 試驗. 農事試驗研究論文集 1989;31(1):48~53.
2. Purnell, RE. Tick borne diseases. *Brit Vet J* 1981;137(2):221~240.
3. 韓台愚. 우리나라 畜牛의 所謂 小型 Piroplasma病에 關한 研究 II. 所謂 小型 Piroplasma를 媒介하는 진드기에 關하여. 家畜衛生研究報告 1971;14: 97~107.
4. 韓台愚, 金三基. 韓國에 있어서 牛의 피로푸라스마 原蟲의 分布調查 및 人工感染試驗. 家畜衛生研究所報 1965;11:59~70.
5. 全永. 國內 소의 住血原蟲과 그 血液學值에 觀한 調查 研究. 農事試驗研究報告 1967;13:81~87.
6. 張斗煥. Theileriasis(沿岸熱)의 疫學的研究: 沿岸熱의 國內現況과 그 媒介 賽 진드기의 生態調查. 寄生蟲學雜誌 1974;12(1):14~20.
7. 全永. 韓牛의 바베시아와 타이레리아 原蟲의 感染 實態 調查. 大韓獸醫學會誌 1978;18(1):23~26.
8. 徐明得. 導入牛에 대한 진드기媒介 住血 原蟲 感染像과 *Theileria sergenti*의 治療 豫防에 關한 研究. 農試報告 1982;24:57~75.
9. 金仁哲, 孫濟英(1983) 진드기의 寄生이 적은 牧場에서의 *Theileria sergenti* 感染乳牛의 分娩後 血液像 및 泌乳量의 變動에 關한 研究. 韓畜誌 25 (5):464~469.
10. 金仁哲, 孫濟英. 진드기의 寄生이 많은 牧場에서의 *Theileria sergenti* 感染 乳牛의 分娩後 血液像 및 泌乳量의 變動에 關한 研究. 韓畜誌 1984;26(2): 137~144.
11. 李周默, 金明皓. 젖소의 파이로포라스마症의 效果의in 集團檢索과 治療試驗에 關한 研究. 大韓獸醫學會誌 1987;27(2):321~330.
12. 姜英培, 張桓. *Theileria sergenti*와 *Babesia ovata*에 自然感染된 송아지에 있어서의 脾臟摘出에 따른 流血中 原蟲 出現消長. 農試論文集 1988;30(2): 7~11.
13. 白秉杰, 金秉洙, 李宰求. 韓牛에 있어서 *Theileria sergenti*의 抗原性에 關한 研究. 大韓獸醫學會誌 1990;30(2):223~229.
14. 孫濟英, 柳東烈, 金教準. 慶北地方에 輸入된 Canada產 乳牛의 Piroplasma 感染被害에 關한 調查 報告(I). 大韓獸醫學會誌 1972;12(1):59~66.
15. 韓台愚. 우리나라 畜牛의 所謂 小型 piroplasma病에 關한 研究. III. 所謂 小型 piroplasma 原蟲의 電子顯微鏡學的 觀察. 家畜衛生研究所報 1971;14: 103~107.
16. Higuchi S, Kawamura S, Hanamatsu K. et al. Electron microscopy of *Theileria sergenti* in bovine erythrocytes. *Jpn J Vet Sci* 1984;46(5): 745~748.
17. Higuchi S, Kawamura S & Yasuda Y. Morphological observations of the tubule of *Theileria sergenti*. *Jpn J Parasitol* 1984;33(4):361~364.
18. Higuchi S, Kawamura S and Yasuda Y. Scanning electron microscopy of *Theileria sergenti*. *Jpn J Vet Sci* 1985;47(1):133~137.
19. Kajikawa O, Yagi Y, Koyama H et al. Preparation of monoclonal antibodies *Theileria sergenti*. *Jpn J Vet Sci* 1985;47(5):683~690.
20. Kawai, S, Takahashi K, Kawamoto S et al. Bar-structure in bovine erythrocytes infected with *Theileria sergenti*. *Jpn J Vet Sci* 1989; 51(6):1219~1225.
21. Buttner DW. Die Feinstruktur der merozoten von *Theileria parva*. *Tropenmed Parasitol* 1967; 18:223~244.
22. Kimeto BA. Ultrastructure of bovine spleen cells parasitized by *Theileria parva*. *Vet Parasitol* 1981;9:13~21.
23. Conrad PA, Denham D & Brown CGD. Intraerythrocytic multiplication of *Theileria parva* in vitro: An ultrastructural study. *Int J Parasitol* 1986;16(3):223~229.
24. Jarret WFH and Brocklesby DW. A preliminary electron microscopic study of east coast fever (*Theileria parva* infection). *Protozool* 1966;13: 301~310.
25. Buttner DW. Über die Feinstruktur der erythrozytären Formen von *Theileria mutans*. *Tropenmed Parasitol* 1966;17:338~406.
26. Oteng AK. Growth and multiplication of the piroplasms of the Australian *Theileria mutans* in bovine erythrocytes. *Bull Epizool Dis Afr* 1971;19:223~242.
27. Methlhorn H and Schein E. Electron microscopic studies of the development of kinetes in *Thei-*

- leria annulata* Dschunkowsky & Luhs, 1904 (*Sporozoa, Piroplasmea*). *Protozool* 1977;24: 249~257.
28. Schein E, Mehlhorn H, Warnecke M. Zur feinstruktur der erythrocytären stadien von *Theileria annulata* (Dschunkowsky, Luhs, 1904). *Tropenmed Parasitol* 1977;28:349~360.
29. Love JN. Cryogenic preservation of *Anaplasma marginale* with dimethyl sulfoxide. *Am J Vet Res* 1970;1227~2560.
30. 백병걸, 김진호, 진찬문 등. 한우에 있어서 *Anaplasma marginale*의 미세구조. 한국수의공종보건 학회지 1989;13(2):241~246.
31. Tayama H. Studies on the life of bovine *Theileria* species of Japan. *Arch Exp Med* 1975;107 ~120.
32. Conrad, PA, Kelly, BG, and Brown, CGD. Intraerythrocytic schizogony of *Theileria annulata*. *Parasitol* 1985;91:67~82.
33. Uilenberg G, Perie NM, Spanjer AAM et al. *Theileria orientalis*, a cosmopolitan blood parasite of cattle: demonstration of the schizont stage. *Res Vet Sci* 1985;38:352~357.
34. Young AS, Grootenhuis MP. Structure associated with *Theileria* parasite in eland erythrocytes. *Trop Med Parasitol* 1978;72:443-454.