

## 메추리(*Coturnix coturnix*)의 精子 發生에 관한 研究

金載弘 · 朴泳碩 \*

全南大學校 農科大學 · 獸醫科大學\*

(1989. 6. 5 接受)

### Studies on Spermatogenesis in Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*)

Jae-Hong Kim and Young-Seok Park\*

College of Agriculture and Veterinary Medicine\* Chonnam National University

(Received June 5, 1989)

#### SUMMARY

This study was conducted to observe 1) the changes of cellular association in seminiferous tubules from 2 to 8 weeks of age, and 2) the cycle phenomena of seminiferous epithelia at 14 weeks of age in Japanese quail. Total 80 birds were examined at a week interval from 2 to 8 weeks, and 14 weeks of age. The results were summarized as follows;

1) The body and testis weights showed most prominent increase during 4 to 5 weeks and 6 to 8 weeks of age respectively. And also the diameters of seminiferous tubules were abruptly enlarged during 6 to 8 weeks of age.

2) Genocytes in the seminiferous tubules were still in existence at 3 weeks of age, however they did not come out after 4 weeks of age. Spermatogonia, primary spermatocytes and spermatids made their first appearances in the seminiferous from 3, 4 and 6 weeks of age, respectively. Spermatozoa were observed for the first time at 7 weeks of age, but full spermatogenic activity was completed from 8 weeks of age.

3) At 14 weeks of age, the average weight at testis was 3.7g and its ratio to the body weight was approximately 3.0 percent. And at this age, average diameter of seminiferous tubules was 192.08  $\mu\text{m}$ , and average numbers of spermatogonia, spermatocytes, spermatids and spermatozoa within the cross section of seminiferous tubules were 7.74, 40.81, 28.42, 104.55 and 105.98, respectively. Spermatogonia and spermatid were classified into 2 and 3 types, respectively.

4) At 14 weeks of age, the cycle of seminiferous epithelium could be divided into 5 stages with following characteristics.

---

\*本 研究는 全南大學校 學術研究費의 支援으로 이루어졌음

- (1) Stage I : Seminiferous tubules showing type I and II spermatids.
- (2) Stage II : Seminiferous tubules showing type III spermatids only.
- (3) Stage III : Immature spermatozoa gathered near the sertoli cytoplasm.
- (4) Stage IV : Forming a bundle of 15-20 spermatozoa.
- (5) Stage V : Spermatozoa bundle leaving the sertoli cytoplasm into lumen of the seminiferous tubule.

5) Usually 2-3 stages of the seminiferous epithelium cycle were concurrently appeared within a tubular cross section, and frequency of each stage from I to V within cross section of seminiferous tubules were 11.97%, 27.03%, 27.96%, 19.04% and 17.98%, respectively.

## I. 緒 論

메추리의 飼育歷史는 他家禽에 비해 오래지 않다. 따라서 이에 관한 研究는 많지 않으며, 특히 숫컷의 繁殖活動에 관해서 알려진 바가 적다. 그래서 本研究는 메추리 숫컷의 繁殖現象 考察의 일환으로 成長에 따른 精巢의 細精管內 精細胞系 構成의 變化象과 成熟後의 精子發生 過程을 組織學的 側面에서 살펴 보고자 한 것이다.

精子的 發生段階는 動物種에 따라서 다르며, 같은 種에서도 研究者에 따라 見解差가 있는 것 같다 (Hafetz: 1980). 특히 細精管의 上反週期가 그러한데 하나의 週期內에 명확히 구분되는 生殖細胞集團 卽 A 型的 精祖細胞로부터 精子에 이르는 進化段階(cycle stage)를 Ortavant (1959), Amann (1962), Swierstra 와 Foote (1963) 및 Swierstra (1968) 등은 각각 쥐, 綿羊, 돼지 및 소에서 共히 8 期로 記述하고 있는데 反하여 Leblond 와 Clermont (1952)는 쥐에서 14 期, Clermont (1963)는 사람에서 6 期, Berndtson 과 Claude (1974)는 소에서 12 期가 區分됨을 報告하고 있다. 鳥類에 관해서도 닭과 오리를 중심으로 哺乳家畜에서와 같은 研究들이 一部 進行되어 細精管內에 各種 生殖細胞들의 生理週齡等이 알려져 있고 (Sturkie: 1976, 韓: 1984), 第一精母細胞가 成熟精子로 될 때까지의 時間과 成熟精子가 精巢上體와 精管을 통과하는 時間까지 알려져 있다 (Takada: 1969).

메추리의 경우는 Wilson 등 (1959), Mather 와 Wilson (1964), Purcell 및 Wilson (1975)에 의해 性成熟時까지의 精巢發達에 관해 調査되었고, Jones 와 Jackson (1973)은 myleran 과 Cyclohexane (anti-

spermatogonial chemicals)을 사용해 精祖細胞로부터 完成精子가 될 때까지의 期間이 約 25 日임을 밝힌 바 있다.

本研究는 메추리의 成長에 따른 細精管內 精細胞系의 分化現象을 週齡別로 調査함과 아울러 性成熟期에 細精管의 上皮週期에 관한 細胞組織學의 特徵을 규명해 未盡한 이 分野의 學門에 一助코저 한 것이다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 供試材料

供試用 메추리 (*Coturnix coturnix japonica*)는 光州近郊에 있는 효천부화장에서 1988年 7月 23日에 孵化된 2週齡의 숫컷 100 首를 購入, 飼育하면서 필요시 無作爲抽出해 사용하였다. 飼育은 케이지에서 하였고 飼料는 肉鷄用 前期飼料를 無制限 급여했으며 其他 管理는 慣行에 따랐다.

2週齡부터 8週齡까지 每週 10 首씩 抽出해 成長中 精巢의 變化過程을 관찰하였고, 完全 成熟期인 14週齡에도 無作爲로 10 首를 抽出해 諸般事項을 調査하였다. 抽出된 個體는 體重을 秤量한 뒤 바로 屠殺해 精巢를 摘出하였고, 摘出된 精巢는 重量과 型 (shape)을 計測한 뒤 바로 固定하였다.

### 2. 組織標本の 製作

精巢組織의 固定은 中性 formalin 10%液과 Zenker 液에 各各 24時間과 12時間하였으며, 固定된 組織은 paraffin에 包埋後 5 $\mu$ m 厚度로 導切하여 連續切片을 만들었다. formalin 液에 固定한 組織은 Mayer's hematoxylin-eosin 染色을 하여 一般組織觀察

에 사용하였고, 핵의 微細構造觀察에는 Zenker液에 固定한 組織을 Heidenhein's iron hematoxylin染色을 하였으며, 精子細胞의 觀察에는 PAS-hematoxylin染色을 하였다.

### 3. 調査項目과 方法

#### 1) 精巢의 크기와 型指數

體重은 g, 精巢重量은 mg까지 自動天秤으로 秤量하였고, 精巢의 길이와 幅은 Vernier caliper로 計測하였다. 左右各各 秤量된 重量을 合해 精巢의 크기로 하였고 精巢의 型指數는 14週齡의 것에서만 調査하였는데 길이에 대한 幅의 比率( $\frac{\text{精巢幅}}{\text{精巢길이}} \times 100$ )로 표시했다. 길이와 폭은 각각 最長인 距離를 測定하였다.

#### 2) 細精管의 크기

細精管의 管徑은 micrometer를 사용하여 600倍로 測定하였으며, 円型에 가까운 20個씩을 擇해 測定·平均한 것이다.

#### 3) 細胞의 觀察

細精管內 各種細胞의 分類는 Kumaran과 Turner (1949), Parker (1941) 및 Newcomer와 Brant(1954) 등이 記述한 細胞들의 形態를 基準로 하였으며 核數의 計測은 Olympus製 eyepiece reticle 100等分을 사용하여 1,500倍率로 調査하고, 細精管에서 計測된 各種 細胞數는 Abercrombie (1946)의 microtome 切片內 核數 計算法으로 校正하여 표시하였다.

#### 4) 細精管 上皮週期

細精管의 上皮週期內 各期의 分類基準는 Roosen-Runge (1950)와 Leblond 및 Clermont (1952)가 哺乳動物에서 分類했던 基準를 參考로 하였다. 細精管의 上皮週期內 各期의 出現頻度는 各個體의 精巢 組織에서 50개씩 총 500개의 細精管을 관찰하여 계산하였다.

## Ⅲ. 結果 및 考察

### 1. 體重 및 精巢의 크기와 型指數

다음 그림 1-1은 各週齡別 體重과 精巢의 크기이다. 먼저 2週齡부터 8週齡까지 各週齡의 體重을 보면 36.9, 52.4, 70.2, 90.2, 102.1, 111.8 및 118.0 g로 適當 增體量이 5週齡까지는 점차 增加하고 있으나 그 以後는 급격히 減少되어 가고있고, 8週齡 이후는 增체가 거의 정체되어 14週齡까지 6週間에

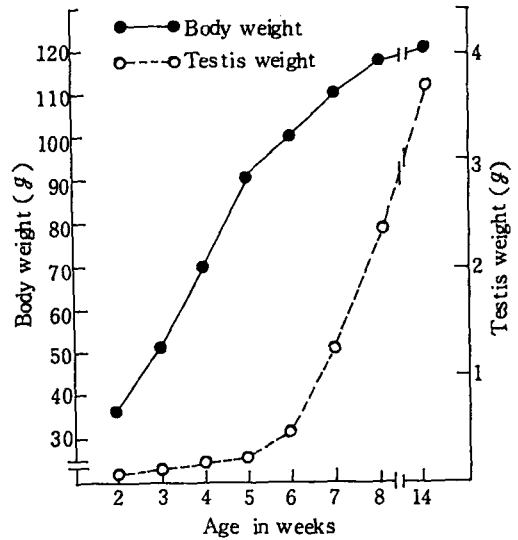


Fig. 1-1. Average body(g) and testis(g) weight of Japanese quail at each weeks of age

4.3g의 增體가 있었을 뿐이다. 即 體重은 8週齡에 거의 完成되었음을 보여주고 있다. Williams (1976)에 의하면 成長完了時 日本에 추리 숫컷의 體重은 100~130g이 표준이고 性成熟 時期는 6~8週齡으로 되어 있다. 이것으로 미루어 보아 本 供試에 추리의 成長은 正常的인 것으로 판단된다.

그림 1-1에서 2週齡부터 8週齡까지 차례대로 各週齡의 精巢重量을 보면 0.03, 0.06, 0.10, 0.17, 0.46, 1.21 및 2.40 g로 初期에는 극히 완만하게 증가하나 適當 增體量이 減少되기 시작한 5週齡부터 갑자기 커지고 있으며 體重增加와는 달리 8週齡 以後에도 계속 증가해 14週齡에는 3.70 g에 달하고 있다. 이같은 結果를 既存 報告들과 比較할때 2, 3週齡의 重量은 별다른 差異가 없으나 4, 5, 6週齡의 重量이 현저히 작다. Mather와 Wilson (1964)의 報告에서 4, 5, 6週齡의 精巢重量을 보면 各各 0.267, 0.869 및 1.111g로 本試驗에서의 調査值들보다 현저히 클뿐 아니라 갑자기 增加되는 時期도 4週齡부터 이다. 本試驗에서 精巢成長이 遲滯된 것은 育成期間이 酷暑期인 7月 23日부터 9月 4日까지 었던것을 감안할때 季節의 영향으로 생각된다. 外氣溫이 30℃以上으로 상승함에 따라서 닭과 오리 의 경우 造精機能이 위축되고(李: 1982), 특히 七面鳥의 경우는 늦은 여름

Table 1. Body weights, testis weights and testis shape indexes of 14-week old Japanese quail

Individual No.	Body wt. (%)	Testis weight (g)				Shape Index*	
		Left	Right	Total	%	Left	Right
1	117.5	2.0	1.9	3.9	3.3	65.0	65.5
2	119.0	2.1	1.6	3.7	3.1	63.5	60.5
3	112.4	2.6	2.1	4.7	3.9	89.5	75.0
4	110.9	1.3	1.7	3.0	2.7	70.6	65.0
5	127.3	2.4	2.6	5.0	3.9	73.7	54.2
6	125.2	2.0	1.8	3.8	3.0	70.0	59.1
7	116.2	1.4	1.7	3.1	2.7	76.5	57.1
8	121.0	1.2	1.1	3.3	2.7	81.3	63.2
9	127.5	1.6	1.6	3.2	2.5	87.5	65.0
10	141.3	2.1	2.0	4.1	2.9	72.2	48.0
AV.	122.75	1.87	1.81	3.78	3.07	74.99 <sup>1</sup>	61.21 <sup>2</sup>

% : (Total testis weight/body weight) × 100

\* : (Testis width/testis length) × 100

1, 2 : Difference between the two mean is significant (P < 0.05).

부터 가을에 걸쳐 受精能力이 상실되거나 完全無精液狀態가 됨은 이미 잘 알려진 사항이다. 遲滯된 精巢成長은 7週齡부터 회복되기 시작해 8週齡에서 거의 補償되었고, 그 후로도 계속 성장되어 14週齡時 重量은 3.78 g로 오히려 既存 報告值들보다 크다. Purcell 과 Wilson (1975)이 32日齡과 4個月齡에 調査한 精巢의 크기는 0.565 g와 2.815 g으로 되어 있다.

다음 表 1은 14週齡時에 調査된 各個體의 體重과 精巢重量 및 精巢의 型指數(shape index)이다. 左右의 精巢重量間에는 差異가 없고, 體重에 대한 精巢重量의 比率은 3.07%가 되는데 닭의 경우 1%內 外인 점을 감안하면(Parker 등: 1941) 대단히 크다.

精巢의 型은 蠶豆型인데 左側의 것이 右側것에 비해 幅이 넓어 型指數는 有意差를 보인다(P < 0.05). 이같은 精巢型의 左右 非對稱現象이 메추리의 固有 特徵인지는 더 確認해야할 사항이다.

## 2. 細精管의 크기

그림 1-2에서 細精管의 平均管徑을 2週齡부터 8週齡까지 各週齡別로 보면 28 μm, 56 μm, 87 μm, 97 μm, 109 μm, 144 μm 및 189 μm로 既存 報告와 比較할때 4週齡부터 현저히 작다. Mather 와 Wilson

(1964)의 報告를 보면 2, 3週齡의 경우 本試驗의 結果와 비슷하지만 4, 5, 6週齡엔 各各 116 μm, 149 μm 및 171 μm로 4週齡의 管徑이 本試驗의 6週齡時 크기와 類似하다. 管徑의 擴張이 이같이 遲滯된 것은

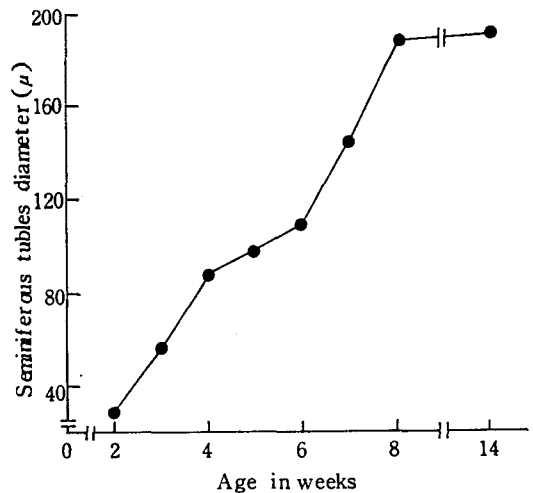


Fig. 1-2. The average diameters of Japanese quail seminiferous tubules at each weeks of age

前項에서 지적한 바와 같이 環境溫度의 영향인것 같다. 14 週齡時의 管徑은 192 $\mu\text{m}$ 로 8 週齡과 差異가 없다. 卽 遲滯된 細精管의 成長은 8 週齡에 完全 補償되었을 뿐 아니라 管의 成長自體가 8 週齡에 完成됨을 확인할 수 있다.

成熟된 메추리의 細精管管徑을 닭의 것과 比較할 때 거의 對等한 것으로 보인다. Parker (1941)가 成熟한 白色 Leghorn 種과 New Hampshire 種 닭에서 調査한 細精管의 管徑은 各各 232.5 $\mu\text{m}$ 와 253.9 $\mu\text{m}$ 로 되어있고, Kumaran 과 Turner (1949)가 Plymouth

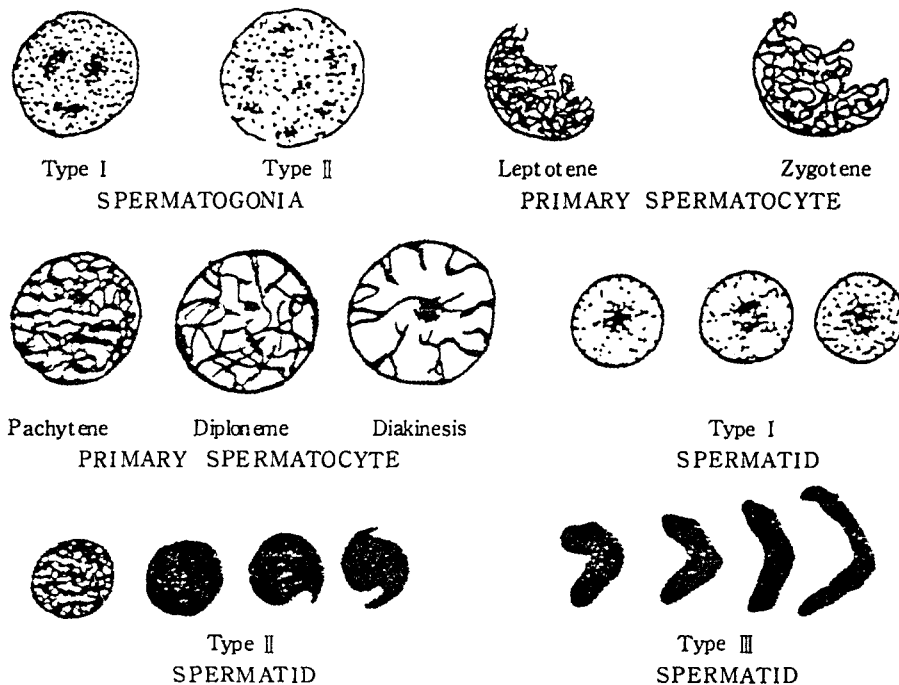


Fig. 2. Classification of the germ cells

Rock 種에서 調査한 것은 236.0 $\mu\text{m}$ 로 되어있어 體軀의 크기를 감안하면 메추리의 細精管徑이 오히려 큰 편임을 알 수 있다.

관찰된 細精管의 橫斷面은 圓形의 것보다 不定多角形의 것이 많았다(그림 3). 이같은 현상은 닭에서도 관찰되는데(Lake : 1957) 圓形인 것이 大部分인 哺乳動物과 相異한 점이다. 細精管 周圍의 間質組織속에 脈管과 神經이 介在해 있고 纖維細胞와 Leydig 細胞가 몇개씩 集團으로 출현되어 있었다.

### 3. 細精管内 各種細胞의 觀察

#### 1) 成長期의 細精管上皮

(1) 2 週齡時; 細精管의 基底膜에 接하여 精祖細胞와 선토리細胞가 混在해 單層으로 配列되어 있다(그림 4). 精祖細胞는 球形의 核을 가진 5 $\mu\text{m}$ 程度의 크기였고 核의 中央에 核小體가 있었다. 선토리細胞는 4 $\mu\text{m}$ 程度의 크기이며 不定三角形의 것이 많고 核의 中央에 하나의 核小體를 가졌다.

管의 內腔側에는 8~12 $\mu\text{m}$ 크기의 胚芽細胞(gonocyte)가 몇개 보였으며 이들의 核은 5~6 $\mu\text{m}$ 의 크기인데 2~3개의 核小體를 가졌고 細胞質은 明照하였다.

(2) 3 週齡時; 2 週齡의 細精管에 比하여 一部の 管에서는 細胞層이 增加해 2~5 層으로 形成되어

졌다(그림 5). 精祖細胞는 두가지 型(그림 2)으로 나타나기 시작하였는데 I型은 球形 혹은 橢圓形의 核속에 1~3個의 核小體를 가졌으며, 5~6 $\mu$ m 程度의 크기였고, II型의 精祖細胞는 7 $\mu$ m 程度의 크기인데 核은 球形이고 核內의 染色質이 點狀으로 散在된 모양을 나타냈다. 이같은 二種의 精祖細胞는 在來山羊에서도 지적된바 있다(李, 1985).

(3) 4,5 週齡時; 3 週齡時와 비슷한 細胞配列과 細胞種類들이 관찰되었으나 相異한 點은 管內 細胞數가 현저히 增加되어 있고 胚芽細胞들은 보이지 않는 것들이다(그림 6).

(4) 6 週齡時; 精母細胞가 精祖細胞의 바깥 即 管의 內腔側에 나타나기 시작하였고, 이의 크기는 6~7 $\mu$ m 程度인데 球形의 核을 갖고있다. 一部의 大 精管에서는 4~5 $\mu$ m 크기의 球形核을 가진 精子細胞(Spermatid)가 管의 中心部位에서 처음으로 觀察되었다(그림 7).

(5) 7 週齡時; 6 週齡에서 보여준 細胞들의 種類以外에 一部 大 管에서는 精子가 出現하기 시작하였다(그림 8).

(6) 8 週齡時; 精子生産이 旺盛하였으며 精細胞系의 모든 細胞種類가 관찰되었고, 性成熟期에 나타나는 精子發生週期の 各 型이 관찰되었다.

일본에추리의 精巢發達에 관한 Mather 와 Wilson (1964)의 報告를 보면 細精管內에서 精子細胞는 4 週齡에, 精子는 5 週齡에 觀察되고 있으며 精巢重量과의 關係에선 0.5g 以上일때 精子細胞가 發見되고 1.0g 以上이 되어야 完全한 精子들이 出現되고 있다. 이같은 精巢重量과 精子細胞 및 精子의 出現間의 關係는 本試驗 結果에서도 잘 입증되고 있다. 前述했던 바와 같이 本調査에서 精子細胞와 精子가 最初로 發見된 週齡은 6 週와 7 週齡이었고 이때의 精巢重量은 各各 0.46 과 1.21 g 이었다. 本試驗에서 精子細胞 및 精子의 出現週齡이 2 週쯤 늦어진 것은 높은 飼育溫度時 理由때문에 精巢의 成長·發達 自體가 遲滯된 結果로 본다.

## 2) 性成熟期の 細精管內 各種細胞

(1) 셀토리細胞; 셀토리細胞는 細精管의 基底膜 가까이 位置하고 있으며 內腔쪽으로 길게 뻗은 圓柱狀으로 核은 細胞의 基底部에 있고 細胞質속에는 精子細胞들이 묻혀있기도 한다. 셀토리細胞의 核은 밝게 염색되기 때문에 다른 細胞들과 쉽게 區分되며 그 形態는 Clermont (1963) 및 Swierstra (1968)가 지적한 哺乳類의 것과 類似하였다. 即 核의 形態는 橢圓形, 三角形 또는 不定形을 나타내 일정치 않지만 核膜은 진하게 染色되고 核全體는 밝게 염색되어

Table 2. Numbers of Serotoli cell, Spermatogonia and Spermatocyte within the seminiferous epithelium cross section of Japanese quail at 14 weeks of age

Male No.	Serotoli cells	Spermatogonia *	Primary Spermatocyte* before metaphase
1	1	40.60	27.25
2	2	40.25	27.75
3	3	40.00	28.00
4	4	40.81	28.42
5	5	42.95	25.70
6	6	38.80	22.85
7	7	35.65	25.20
8	8	42.85	35.40
9	9	41.45	32.15
10	10	44.70	31.50
M $\pm$ SE	7.74 $\pm$ 1.30	40.81 $\pm$ 2.65	28.42 $\pm$ 3.92

\*: Nuclei counts were corrected according to the difference in the nuclear diameter by Abercrombie's formular.

있다. 핵의 직徑은 平均 6~7 $\mu$ m이고, 보통 한개의 핵小體를 가지고 있으며 微細한 顆粒이 핵주위에 퍼져있다.

한개의 細精管 橫斷面上에 나타난 셀트리細胞의 數는 平均 7.74 個이고(表 2) 적은 個體와 많은 個體의 사이에는 3~4개의 차를 보여 統計的인 有意性이 인정되었다( $P < 0.05$ ). 이같은 개체간 차이가 細精管徑의 크기에서 온 것인지 確認코져 各個體에서 測定된 平均 細精管徑과 셀트리細胞數간의 相關關係를 調査하여 보니 相關度( $r = 0.05$ )는 有意性이 인정되지 않았다. 卽 셀트리細胞의 數는 細精管의 크기와 無關係를 알았다.

(2) 精祖細胞; 前項에서 言及했던 바와 같이 두가지 型으로 관찰되었다(그림 2, 3, 13). I型은 핵의 직徑이 약 5~6 $\mu$ m인 圓形 또는 橢圓形이고 핵全體가 어둡게 染色되며 1~3개의 큰 染色質顆粒과 微細한 染色顆粒들이 핵內에 散在해 있는데 핵膜에 染色質 덩어리가 부착된 곳도 있었다. 이에 反해 II型의 핵은 직徑이 조금 커서 7 $\mu$ m 內外 이고 染色이 약간 밝게 着色되기 때문에 I型和 쉽게 區別되었다. 이같은 精祖細胞核의 構造와 染色性은 Roosen-Runge (1950)가 흰쥐에서 지적한 것과 극히 類似하다.

各 個體에서 細精管의 橫斷面上에 나타난 精祖細胞의 數는 表 2에서 본바와 같이 平均 40.81 이지만 個體에 따라 差異가 커서 35.65~44.70 $\mu$ m의 범위를 나타냈다. 이같은 個體間 差異가 細精管 管徑의 差異에서 온것인지를 確認키 위하여 細精管 橫斷面上的 精祖細胞數와 管徑간의 相關度를 調査한 결과 相關係數( $r = 0.06$ )는 지극히 작았고, 精祖細胞의 數와 셀트리細胞의 數間에도 相關關係는 거의 없었다( $r = 0.13$ ). 一般的으로 細精管內 精祖細胞의 數는 鳥類에서 哺乳動物보다 현저히 많다(Swierstra와 Foote; 1963).

(3) 精母細胞; 第一精母細胞들은 減數分裂의 段階에 따라서 핵이 여러가지 形態로 觀察되었다(그림 2, 6~13). 細絲期의 精母細胞는 精祖細胞의 바로 옆 內腔쪽에 있는데 핵의 크기는 5 $\mu$ m 程度이고 핵의 절반정도가 진한 染色性을 나타내며 그 속에 染色絲가 얽혀 있었다. 핵의 모양은 비슷하나 染色絲들이 더 굵고 핵自體의 크기도 약간 커져서 직徑이 5.5 $\mu$ m 程度되는 細胞들이 바로 옆 內腔쪽에 있어 接合期의 精母細胞로 區分되어 갔고, 그의 內腔쪽에선

太絲期의 精母細胞들이 뚜렷이 識別되어 갔다. 太絲期의 핵은 더욱 커져서 직徑이 7 $\mu$ m 程度나 되었으며 진하게 염색된 염색체들은 훨씬 굵고 짧아져 있는데 染色分體들은 明確히 區分되지 않았다. 太絲期의 精母細胞 주위에서 二重期와 移動期의 精母細胞들이 관찰되는데 二重期の 핵은 染色體의 Chiasma현상으로 식별할 수 있었고 移動期의 핵은 染色體들이 극히 짧아져서 핵의 주변으로 모이는 特徵을 볼 수 있었다.

中期以後의 精母細胞들은 減數分裂 第二分裂中에 있는 第二精母細胞들과 명확히 區分되지 않았다. 그래서 細精管의 橫斷面上에 나타난 精母細胞의 數는 第一分裂 中期以前의 것만 計測한 것이다(表 2). 計測된 精母細胞의 數는 個體間 差가 있었고( $P < 0.05$ ) 精祖細胞의 數가 많은 個體에서 더 많아 兩측 細胞數間에 높은 相關度( $r = 0.62$ )를 보였다.

(4) 精子細胞와 精子; 精子細胞들은 精母細胞들 보다 內腔쪽에서 觀察되는데 腔內로 출지어 配列하고 있고, 핵의 形상으로 보아 세가지 形으로 분류되었다. I型은 핵이 둥글고 핵膜이 두텁하며 크기가 4 $\mu$ m 程度인데 1~2개의 染色質顆粒이 핵의 中心부에 있었고 이 顆粒에서 몇개의 微細한 染色絲가 핵膜으로 뻗어 마치 수레바퀴 모양으로 보였다. II型의 精子細胞는 다시 두 種類로 區分되는데 첫번째의 것은 핵全體가 둥글고 진하게 染色되어 마치 바둑알을 연상케 하였으며, 다른 하나는 콤마形으로 前者보다 더 진하게 염색되는 特徵을 갖고 있다. II型의 핵 크기는 3.5 $\mu$ m 內外로 I型에 비해 약간 작다. III型의 精子細胞는 핵內에서 검게 염색된 染色質이 길게 구부러져 I, C, V의 모양을 나타내 II型의 것과 區別되어 갔다(그림 2, 7~13).

精子는 약간 彎曲된 긴 頭部와 매우 희미하여 觀察하기 어려운 尾部를 갖고 있었다. 頭端은 뾰족하고 길며, 側面은 桿狀으로 편평한 形상이었고 頭部の 길이는 약 15~25 $\mu$ m 범위였다. 精子는 셀트리細胞의 細胞質속에 보통 10여개씩 集中되어 있어 特徵이었다.

細精管 橫斷面上에 나타난 各型의 精子細胞와 精子의 數를 보면 다음 表 3과 같다. 一部 個體間에 差異가 있지만( $P < 0.05$ ) 全體 平均値들은 精子細胞에서 I型이 61.55, II型이 14.04, III型이 28.96으로 計 104.55였고, 完成精子數는 165.98로 되어있어 各型間에 數의 差가 크다. 이같은 差異는 곧 各型의 變

Table 3. Number of Spermatid and Spermatozoa on Seminiferous tubles cross section of Japanese quail at 14 weeks of age

Male No.	Spermatid				Spermatozoa
	Type I *	Type II *	Type III *	Total	
1	53.9	13.67	30.26	97.83	162.80
2	67.5	10.67	31.68	109.89	175.15
3	78.1	15.70	24.76	118.56	159.50
4	61.5	14.04	28.96	104.55	165.98
5	55.9	14.16	23.50	93.62	163.15
6	43.5	15.87	30.40	89.82	160.05
7	51.0	15.53	24.13	90.66	165.30
8	68.5	19.30	31.70	119.50	167.65
9	64.3	11.20	30.85	106.40	114.00
10	71.1	10.21	33.35	114.66	156.20
M ± SE	61.55 ± 11.08	14.04 ± 2.96	28.96 ± 3.75	104.55 ± 11.88	165.98 ± 8.68

\* : Nuclei count were corrected according to the difference in nuclear diameter by Abercrombie's formular.

態에 所要된 경과시간의 差異를 意味하며 따라서 I 型の 경과시간이 가장 길고, II 型の 變態時間이 가장 짧음을 알 수 있다. 그리고 精子細胞에 비해 精子數가 많은 것으로 보아 精子細胞의 變態經過時間보다 完成된 精子의 管内 滯在時間이 더 긴 것으로 판단된다. 表 3에서 精子細胞의 III 型和 精子數는 Abercrombie's 公式에 의한 補正值가 아니고 實數值인데 이는 核의 直徑을 정확히 측정할 수 없어 교정이 불가했다.

### 3) 細精管内 上皮週期

精子細胞의 變態過程은 PAS 染色反應을 이용해 흔히 觀察·研究한다. 이 方法에 의해 Leblond와 Clermont (1952)는 쥐의 精子細胞 變態過程을 14 期로 區分한 바 있고 Bernatson과 Claude (1974)는 소에서 12 期, Clermont (1963)는 사람에게서 6 期로 區分·報告하고 있다. 그러나 本試驗에서 確認한 메추리의 경우는 精子細胞의 PAS 染色反應이 微弱해 變態過程을 명확히 識別하기가 어려웠다. 그래서 PAS 染色法은 더 究明해야 할 과제로 두고 前項에서 言及했던 核의 形象 即 核內 染色質의 形態變化에 의한 分類法으로 精子細胞를 4 種으로 分類한 바 細精管内 上皮週期는 5 期로 區分되었고 各期의 特徵들을 보면 다음과 같다.

第一期; I 型和 II 型の 精子細胞가 同時에 出現된 時期이다. 即 細精管은 基底膜에 精祖細胞와 셀토리細胞가 被覆되고 이들의 안쪽에 減數分裂의 各段階에 있는 第一精母細胞들이 分裂順序대로 配列되어 있는데 이들이 연이어 管의 中心을 向해 I 型和 II 型的 精子細胞가 出되어 있지만 精子는 出現되지 않고 있다(그림 9).

第二期; 核들이 細長되어 겨서 II 型的 精子細胞가 III 型的 精子細胞로 된 時期이다. 그래서 細精管의 內腔에는 소수의 I 型和 多數의 III 型 精子細胞만 보인다(그림 10).

第三期; III 型的 精子細胞들이 더욱 細長된 未成熟 精子形態로 되고, 이들이 서서히 基底膜쪽으로 移動해 셀토리細胞의 細胞質속으로 모여드는 時期이다. 셀토리細胞와 精祖細胞는 여전히 基底膜에 近接하여 位置하고 第一精母細胞는 주로 太絲期以後의 것이 出現한다. 소수의 I 型 精子細胞도 存在한다(그림 11).

第四期; 15~20 個씩의 精子가 하나로 結束되어 頭部들을 細長된 셀토리細胞의 細胞質內에 埋沒시키고 있고, 그 주위에 I 型的 精子細胞가 出되어 配列된 時期이다. 精祖細胞와 셀토리細胞들은 基底膜에 近接하여 있고 減數分裂 前期의 精母細胞들이 보이며 結束된 成熟精子들은 마치 물결치듯이 보인다(그림 12).



Table 4. Frequency of each stage from I to V within cross section of seminiferous tubles in the Japanese quail at 14 weeks of age

Stage	Frequency
I	11.97 ± 0.42
II	23.05 ± 0.78
III	27.96 ± 0.47
IV	19.04 ± 0.49
V	17.98 ± 0.53

림 12).

第五期; 結束된 精子群이 腔內腔쪽으로 이동하기 시작하여 腔側緣에서 사라질때 까지이다. 精祖細胞와 셀토리細胞가 基底膜을 被覆하고 있으며 第一精母細胞들이 그 內側に 位置하는 양상은 第四期和 같은 I 型的 精子細胞는 最內側に 있다(그림 13).

以上과 같이 區分된 上反週期の 各期는 하나의 細精管 橫斷面에서 보통 2~3 個의 期가 同時に 觀察되었다. 이같은 現象은 動物에 따라서 相異한데 山羊의 경우 하나의 橫斷面에 하나의 期만이 出現되지만(李, 1985) 사람의 경우는 3~4 期가 同時に 出現하고 있다(Clermont: 1963). 各 個體에서 計測·平均한 細精管 上反週期內 各期の 出現頻度を 보면(表 4) I 期에서 11.97%로 가장 낮고 III 期까지 27.96%로 增加를 하다가 IV, V 期에서 다시 감소되는 경향을 나타내고 있다.

#### IV. 摘 要

本 研究는 日本에 추리의 成長過程中 細精管內 細胞組成의 變化樣相과 成熟時(14 週齡時) 細精管의 上皮週期 및 週期內 各期の 出現頻度を 觀察·究明코저한 것이다. 育成中인 숫에 추리 集團에서 2 週부터 8 週까지 每週齡과 14 週齡에 各各 10 首씩 無作爲 抽出해 諸般事項을 調査하였으며 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 體重은 4 週부터 5 週齡사이, 精巢重量과 細精管의 管徑은 6 週부터 8 週齡사이에 急成長 하였다.

2. 胚芽細胞는 2~3 週齡에 觀察되었고 4 週齡以後에는 出現되지 않았다. 精祖細胞는 I 型和 II 型 모두가 3 週齡부터 出現되었고 精母細胞는 4 週齡,

精子細胞는 6 週齡以後에 出現되었다. 精子는 7 週齡에 처음으로 觀察되었으나 完成된 精子의 射出은 8 週齡부터였다.

3. 成熟時(14 週齡時)의 精巢重量은 平均 3.7g 이었고 體重에 대한 精巢重量比率은 約 3%였다.

4. 成熟時 細精管의 管徑은 平均 192.08μm였고 細精管 橫斷面에 나타난 셀토리細胞, 精祖細胞, 第一精母細胞, 精子細胞 및 精子의 平均數는 各各 7.74, 40.81, 28.42, 104.55 및 169.98 이었다. 精祖細胞는 두가지 型으로, 精子細胞는 세가지 型으로 各各 크게 分類되었다.

5. 成熟時의 細精管 上皮週期는 5 期로 區分할수 있었고 各期의 特徵은 다음과 같았다.

第一期: 精子細胞 I 型和 II 型이 出現된 時期

第二期: III 型的 精子細胞 出現時期

第三期: III 型的 精子細胞가 未成熟 精子로 되어 基底膜쪽으로 移動해 셀토리細胞의 細胞質에 모여드는 時期

第四期: 셀토리細胞의 細胞質內에 15~20 個의 精子가 하나의 結束을 이룸.

第五期: 結束된 精子群이 腔內腔쪽으로 移動하여 사라질때 까지임.

6. 細精管의 橫斷面에는 上反週期內 2~3 個의 期가 同時に 觀察되었으며 各期の 出現頻度는 一期에서 五期까지 各各 11.97%, 23.05%, 27.96%, 19.04% 및 17.98%였다.

以上과 같은 結果들로 보아 일본에 추리의 여름철 性成熟은 8 週齡부터 이며 細精管의 上皮週期는 哺乳動物들과는 달리 五期로 區分되는 特徵을 갖는다고 할 수 있다.

#### V. 引 用 文 獻

1. Abercrombie, M., 1946. Estimation of nuclear population from microtome sections. *Anat. Rec.*, 94: 238-248.
2. Amann, R. P., 1962. Reproductive capacity of dairy bulls IV. Spermatogenesis and testicular germ cell degeneration. *Am. J. Anat.*, 110: 69-78.
3. Berndston, W. E. and D. Claude, 1974. The cycle of the seminiferous epithelium and spermatogenesis in the bovine testis. *Am. J. Anat.*, 140:

- 167-180.
4. Clermont, Y., 1963. The cycle of the seminiferous epithelium in man. *Am. J. Anat.*, 112: 35-51.
  5. Hafetz, E. S. E., 1980. *Reproduction in farm animals*. 4th Ed. Lea and Febiger, Philadelphia, U. S. A. pp. 167-179.
  6. Jones, P. and H. Jackson, 1973. Estimation of duration of spermatogenesis in Japanese quail using antispermatogonial chemicals. *J. Reprod. Fert.*, 31: 319.
  7. Kumaran, J. D. S. and C. W. Turner, 1949. The normal development of the testis in the White Plymouth Rock. *Poult. Sci.*, 28: 511-520.
  8. Lake, P. E., 1957. The male reproductive tract of the fowl. *Am. J. Anat.*, 91: 116-129.
  9. Leblond, C. P. and Y. Clermont, 1952. Definition of the stages of the cycle of the seminiferous epithelium in the rat. *Ann. NY Acad. Sci.*, 55: 548-573.
  10. Mather, F. B. and W. O. Wilson, 1964. Post-natal testicular development in Japanese quail. *Poult. Sci.* 43: 860-864.
  11. Newcomer, E. H. and J. W. A. Brant, 1954. Spermatogenesis in the domestic fowl. *J. Hered.*, 45: 79-87.
  12. Ortavant, R., 1959. Deroulement et duree du cycle spermatogenetique chez le belier. *Ann. Zootech.* 8: 183-271.
  13. Parker, J. E., F. F. Mckenzie and H. L. Kempster, 1941. Development of the testis and combs of White Leghorn and New Hampshire cockerels. *Poult. Sci.* 21: 35-44.
  14. Purcell, S. M. and W. O. Wilson, 1975. Growth and maturation of testis in young coturrix and modification by exogenous FSH, LH and testosterone - a sterologic evaluation. *Poult. Sci.* 54: 1115-1122.
  15. Roosen-Runge, E. C., 1950. Quantitative studies on spermatogenesis in the albino rat. *Am. J. Anat.*, 87: 1-30.
  16. Sturkie, P. D., 1976. *Avian physiology*. 3rd. ed. Springer-Verlag, New York, U. S. A. pp. 332-334.
  17. Swierstra, E. E., 1968. Cytology and duration of the seminiferous epithelium of the boar; duration of spermatozan transit through the epididymis. *Anat. Rec.*, 161: 171-186.
  18. Swierstra, E. E. and R. H. Foote, 1963. Cytology and kinetics of spermatogenesis in the rabbit. *J. Reprod. Fertil.* 5: 309-322.
  19. Takeda, A., 1969. Labelling of cock spermatozoa with radioactive phosphorus. *Jap. J. Zootech. Sci.* 40: 412.
  20. Williams, C. S. F., 1976. *Practical guide to laboratory animals*. Mosby Co. Saint Louise, U. S. A. pp. 191-197.
  21. Wilson, W. O., U. K. Abbott and H. Abplonalp, 1959. Developmental and physiological studies with a new pilot animal for poultry coturnix quail. *Poult. Sci.* 38: 1260-1261.
  22. 李載洪. 1982. 오리副睾丸 및 精巢의 組織學的 및 吸收機能에 관한 研究. 全南大 새마을연구 5 : 16 ~ 23.
  23. 李載洪, 李芳煥, 李成鎬. 1985. 韓口在來山羊의 精子發生에 관한 研究. 大韓獸醫學會誌 25 : 91 ~ 102.
  24. 韓邦根. 1984. 肉鷄의 雄性生殖器 發育 및 精子形成過程. 大韓獸醫學會誌 20 : 49 ~ 61.

## Legends for Figures

### Abbreviations in Figures

BM	: Basement membrane	G	: Gonocyte
S	: Sertoli cell	SdI	: Type I spermatid
SpI	: Type I spermatogonia	SdII	: Type II spermatid
SpII	: Type II spermatogonia	SdIII	: Type III spermatid
LZ	: Leptotene and zygotene phase	SZ	: Spermatozoa
P	: Pachytene phase		

### Explanations of Figures

- Fig. 3. 14 weeks. Section of the seminiferous tubules. H & E. x200.
- Fig. 4. 2 weeks. Spermatogonia and Sertoli cells are seen along the basement membrane. Gonocytes present near the simple epithelium. H & E. x1000.
- Fig. 5. 3 weeks. Type I, II spermatogonia and Sertoli cells are seen along the basement membrane. Gonocytes are located more centrally. H & E. x1000.
- Fig. 6. 4 weeks. Leptotene primary spermatocytes are located more centrally. Heidenhein's iron hematoxylin. x1000.
- Fig. 7. 6 weeks. Spermatids are located more centrally. Heidenhein's iron hematoxylin. x1000.
- Fig. 8. 7 weeks. Tubule containing many spermatids and spermatozoa in its central part. PAS - hematoxylin. x1000.
- Fig. 9. Stage I. Type I, II spermatogonia and Sertoli cells are seen along the basement membrane. Type II spermatids are located more centrally than pachtene and leptotene, zygotene primary spermatocytes. PAS - hematoxylin. x700.
- Fig. 10. Stage II. Similar to stage I, but type III spermatids have elongated. PAS - hematoxylin. x700.
- Fig. 11. Stage III. Immature spermatozoa deeply penetrate toward the basement membrane. PAS - hematoxylin. x700.
- Fig. 12. Stage IV. spermatozoa bundles are embedded into the sertoli cells. PAS - hematoxylin. x700.
- Fig. 13. Stage V. spermatozoa line the tubule lumen just prior to release. PAS - hematoxylin. x700.

