

人蔘의 種間雜種 Panax ginseng x P.

Quinquefolium 의 發生學的 研究

特司 結實不能의 原因에 關하여

黃鍾奎

全北大學校 農科大學

The embryological studies on the interspecific hybrid of ginseng plant (Panax ginseng x P. Quinquefolium) with special references to the seed abortion

College of Agriculture Chunbuk University

Jong Kyu Hwang

緒 言

人蔘의 藥効가 人類에 알려져 利用되기 始作한 年代는 確實치 않으나 적어도 2,000年이란 長久한 歲月을 두고 人類의 崇上을 받아 왔으며 政治 經濟 文化 外交 社會等 人類史에 커다란 影響力を 가진 왔던 것이다。
24) 25) 26)

그럼에도 不拘하고 오늘날 그의 決定의인 有効成分이나 生體代謝系에 있어서의 機能에 對해서는 正確한 握을 하지 못한 채로 그 効能이 現代 科學上 認定받지 못하고 있음은 甚히 遺憾된 일이라 생각한다。

近年에 이르러서 獨逸을 為始하여 蘇聯等地에서 人蔘을 主로한 藥劑의 出現을 보게 되고 또한 韓國을 비롯한 東洋各國에서도 그 有効成分의 探索에 心血을 倾注하고 있으므로 멀지 않은 將來에 그 藥効에 關한 科學의in 究明이 크게 期待된다.

人蔘은 오갈피나무科 (五加科:Araliaceae)에 屬하는多年生 草本植物이다. 오갈피나무科 植物은 古代에는 地球上에 大端히 廣範하게 分布하였었으며 特히 太平洋沿岸地方에는 北部에 까지 分布되고 있었다고 한다.

現在 殘存하고 있는 것은 約 300屬인데 그中 人蔘屬 (Panax)에는 다음 6種이 代表적인 것이라고 한다¹⁵⁾。

- 1). Panax Ginseng C. A. Meyer…韓國, 中國, 蘇聯 東部
- 2). P. Quinquefolium L. …北美
- 3). Pseudo-Ginseng Wall…히말라야地方, 泰國, 印度
- 4). P. Japonicus C. A. Meyer…日本
- 5). P. Bipinnatifides Seem…히말라야, 中國의 湖北, 雲南省
- 6). P. Trifolius L. …北美

歐洲人이 人蔘植物을 처음 알게되었다는 史料는 1642年 Semedo Alvaro의 片紙였으나 보다 正確하고 具體적인 것은 1697年 프랑스의 科學아카데미 席上에서 있었던 報告를 1719年에 Burdelen에 依해서 記錄된 것이 歐洲에 있어서의 最初의 人蔘에 對한 文獻이라 할 수 있다.¹⁵⁾

린네(1753)는 人蔘植物의 屬名을 Panax라고 命名했는 데 Panax의 Pan은 英語의 All 을, axos는 Medicine 을 뜻하는 것이며 이는 萬病通治를 意味한다고

한다. 따라서當時 歐洲에서도 이미 人蔘의 價值를 認定하고 있었던 것으로 보인다.

19世紀初부터 露西亞의 學者들도 人蔘에 많은 關心을 갖게 되었는데 그中 Meyer¹⁵⁾는 Panax屬을 5種으로 分類하고 真正한 人蔘은 Panax Ginseng C.A. Meyer“라 했다.

前述한 바와 같은 代表의 6種中 藥用으로 쓰이는 P. Ginseng C.A. Meyer, P. Quinque-folium L., P. Pseudo-Ginseng Wall, P. Japonicus C.A. Meyer의 4種에 對하여 보다 具體的으로 살펴 보면 다음과 같다.

1). Panax Ginseng C.A. Meyer,

醫學的 効果가 가장 많은 것으로써 그 野生型은 北緯 40°~48°, 東經 125°~137° 사이에 分布하고 있는 것이다.¹⁵⁾

地理의 으로 말하자면 北쪽으로는 蘇聯의 沿海洲, 하바로스크洲南部, 南東쪽으로는 北韓의 北部, 南西쪽으로는 北部中國에 걸쳐 分布되고 있다고 한다.

間或 南韓에서 山蔘을 採掘했다는 報道가 있으나 이것은 栽培蔘의 種子가 鳥類에 依해서 山中에 傳播되어 發芽 生育한 것이 아닌가 생각되기도 하나, 正確한 것은 더욱 調査를 必要로 한다.

2). Panax Quinquefolium L.

美國人蔘은 1718年 카나다의 Quebec에 살고 있었던 宣教師 Lafiteau가 南部 카나다의 인디安地區 森林中에서 처음 發見한 것이라 한다.

本植物의 分布를 살펴 보면 北美의 東部一帶地方으로써, Nash (1898)에 依하면 美國에 26洲, 카나다에 2洲를 例擧하고 있으나 美國人蔘栽培의 開拓者인 Stanton(1892)에 依하면 18世紀初까지는 이 植物이 北美到處에 豐富히 分布되었으며 이 植物을 밟지않고는 한발도 웬수 없었다고 한다.

그는 또한 P. Quinquefolium의 分布圈은 P. Ginseng의 分布圈의 緯度의 分布와 비슷하나 P. Quinquefolium이 보다 南쪽까지 퍼져 있음을 指摘하고 있다.

本植物의 醫學的 効果는 美國人們의 偏見의 認識으로充分한 研究가 되지 못하였으나 美國人蔘 또는 廣東人蔘의 名稱으로 東南亞에 널리 輸出되어 왔다.

3). Panax Pseud-Ginseng Wall

本植物은 北部印度의 一部에서 印度支那, 泰國 및 南西中國의 大部分에 分布하고 있는데 印度에서는 시킴, 부단地方, 海拔 2,000~4,000m의 地帶, 베팔 및 中國의 湖北, 四川, 江西, 雲南, 西藏에 分布하는데 海拔 1,500~3000m의 山地廣葉樹林內에서 生育하고 있다.

1831年 Wallich가 命名한 本植物에는¹⁵⁾ Purkill (1902)에 依하여 5個, 李(1942)는 3個, 이 배, 구루쉬 빗카

(1963)는 4個의 變種이 있다고 했다.

中國의 漢醫들은 이 植物을 “人参”라 부르며一般的으로 活力增進劑, 不眠症治療劑 및 各種 血液關係病治療에 쓰고 있으나 高麗人蔘이나 美國人蔘과 같이 널리 販賣되고 있지는 않다.

4). Panax Japonicus C.A. Meyer

本植物은 日本土產이며 地下莖이 水平으로 기다랗게, 마치 대나무(竹)의 地下莖처럼 차라-는 故로日本人들은 이것을 竹節人蔘이라 부르고 있다.

이 植物은 日本全域, 特히 青森, 秋田, 岩手 等의 諸縣에 많고 對馬島까지 分布하고 있으며 4個의 變種이 記錄되고 있다. 醫學的 効果는 거의 認定되지 않아 買賣도 없으나 日本民間에서는 거담劑로 쓰고 있다⁴⁰⁾

Panax屬에는 이 以外에도 몇 가지 種 또는 變種이 있으나 그 細胞遺傳學의 및 系統發生學的研究는 아직 거의 未開拓分野라 하겠으며 그들의 類緣關係도 밝혀지지 않고 있다.

最近 宮澤^{35, 36)}에 依하면 高麗人蔘, 美國人蔘, 竹節人蔘間의 種間雜種에 있어서 高麗人蔘×竹節人蔘 雜種에서만 極히 稀貴하게 種子를 얻을 수 있었고 다른 組合에서는 全然 雜種第二世代를 얻을 수 없었다고 報告했다.

筆者는 이와같은 雜種의 不穩乃至 結實不能의 機作을 究明하여 人蔘育種學上의 基礎的 知見을 얻고자 本研究를 遂行했다.

本研究遂行에 있어서 많은 助言과 指導頗捷하여 주신 厚子力廳 放射線農學研究所 韓昶烈博士와 數많은各種材料를 正確히 固定하여 보내주신 日本國 長野縣 園藝試驗場 北御牧 特用作物試驗地 宮澤洋一 研究員에 衷心으로 感謝하오며 아울러 本實驗遂行에 있어서 助力하여 준 崔善英君을 비롯한 本教室內 여러분들에게 깊은 謝意를 表하는 바이다.

研 究 史

最少限 2,000年 以上 萬病通治藥으로 美上을 받아온 人蔘에 關한 文獻은 實로 龍大하며 中國에서는 人蔘에 關한 文獻만으로 圖書館을 차려 놓을 程度라고 하는데¹⁵⁾ 그 研究過程은 概略의 으로 다음 4段階로 區分지을 수 있을것이다.

第一段階, 古代研究時代 (18世紀初葉까지)

東洋諸國의 民間醫에 依하여 經驗的, 臨床의 으로 人蔘製劑의 應用을 反映시킨 時代라 할 수 있으며 科學的의 根據가 없었기에 人蔘에 對한 認識은 神格의이었으며 偶像崇拜 되었던 時代라 하겠다.

第二段階. 植物學的研究時代

(18世紀부터 19세紀末葉까지)

人蔘의 形態 및 分類學的研究가 活潑히 論議되었으며 人蔘의 命名, 人蔘屬의 分類도 이 時代에 이루어졌으나 이와같은 研究는 韓國, 中國, 日本 等地에서 이루어진 것이 아니라 歐洲人 및 露西亞人들로 하여금 遂行되었다.

第三段階. 耕種學的研究時代

(19世紀末葉부터 20世紀中葉까지)

人蔘의 裁培는 野生人蔘의 濫獲에서 派生된 것이며, 境環要因에 銳敏한 人蔘植物을 裁培하게 되기 까지에는 많은 難點이 있었다.

韓國에 있어서의 人蔘栽培는 約 500년의 歷史를 가지고 있는 것이라 하나⁴⁰⁾ 別다른 研究는 볼 수 없었다.

그러나 第三段階의 後半期에 있어서는 耕種法의 研究改善과 病害驅除에 對한 研究가 主로 始作되었다.

第四段階. 基礎的綜合研究時代

(二次大戰前後부터 現今까지)

西洋醫學의 發達에 있어서 많은 漢醫 藥劑가 優秀한 新藥製造에 쓰임에도 不拘하고 人蔘은 그 有効成分의 科學의 完明 즉, 有効成分의 分析 抽出, 藥理作用 및 生化學的研究가 進展되지 않아 그 藥効에 對한 科學의 立證乃至 說明을 할 길이 없어 많은 사람들은 그 効力を 한낱 信仰的, 心理的効果에 依한 것으로 結論지으려는 傾向이 있었다. 二次大戰 前까지만 하더라도 歐洲人에게는 人蔘에 對한 關心이 別로 없었고 消極의 이었다.

다만 그에 對한 研究는 韓國, 日本 中國人 等에 依해서 若干 遂行되었다.

1948年 부터 蘇聯科學아카데미 極東支部에서는 人蔘委員會를 設置하여 醫學, 漢學, 生物學, 耕種學, 土壤學 等等 廣範한 綜合研究를 繼續하여 現在까지 3卷의 報告書를 냈다^{14, 15)}

以上 人蔘研究에 關한 過程을 段階의 으로 區分지어 보았는데 2,000年以上的 長久한 時日를 두고 가장 關心을 갖게된 人蔘은 亦是 醫學의 課題가 大部分이 있고 植物學的研究는 18世紀初葉부터 19世紀末葉에 걸친 第二段階에 이르러 比較的 科學的研究가 始作되었고 그後 二次大戰을 前後해서 부터 活潑히 이루어지고 있다. 이 後期에 있어서의 植物學的研究 特히 細胞遺傳學的研究에 對하여 살펴 보면 다음과 같다.

盛永³³⁾에 依하여 高麗人蔘의 染色體數는 $n=24$ 라 報告되었는데 竹中⁵⁵⁾, 韓黃¹⁷⁾도 이를 確認하였다.

盛永³³⁾는 다시 高麗人蔘, 美國人蔘, 竹節人蔘의 花粉母細胞減數分裂을 觀察하여 三種 모두 $n=24$ 의 球狀染色體를 가지며 分裂은 正常의 으로 일어나지만 高麗人蔘에 있어서는 間或 第二分裂에 있어서 單價染色體를 가지며 이것들이 二娘核의 밖에 남아서 따로 小核을 形成한다고 報告했다.

高橋, 大隅⁵³⁾의 遺傳學的調査에 依하면 高麗人蔘의 品種間自然交雜率은 二個品種의 列이 交互로 植栽되어 있을 때 또는 近接되어 있는 蔬圃에 있어서는 約 10% 以上이라 하였고 莖色과 蔴軀皮色의 遺傳은 다음과 같은 因子가 作用한다고 했다.

- ㄱ). 在來種 紫莖, 紅熟(PPRRhh)
- ㄴ). 黃熟種 青莖, 黃熟(pprrhh)
- ㄷ). 青莖種 青莖, 紅熟(PPRRHH)

* H는 莖의 花青素의 抑制因子.

今村²³⁾에 依하면 高橋, 大隅兩氏는 人蔘의 種間雜種에 關한 調査를 하였는데 結論은 얻지 못하였으나 高麗人蔘, 美國人蔘, 竹節人蔘의 三者는 全然 別種으로 推定된다고 하였으며 F₁ 植物의 不稔原因是 여러가지 있을 것이다 花粉의 異常이 그 主因이라 했다.

즉, F₁ 花粉은 大小不同하고 花粉粒에 주름이 생기며 吸濕性이 不足하다고 했다. 한편 栗山³⁰⁾는 人蔘屬種間雜種의 細胞學的研究에 있어서 高麗人蔘, 美國人蔘, 竹節人蔘의 相互種間雜種의 花粉母細胞의 減數分裂觀察에 있어서 高麗人蔘×美國人蔘, 竹節人蔘×美國人蔘에 있어서는 그 어느 것이나 大構는 2個, 間或 4個의 單價染色體를 形成하고 高麗人蔘×竹節人蔘에서는 4個의 單價染色體가 가장 많으며 흔히 6 또는 8個의 單價染色體를 認定할 수 있었으며 acetocarmine 染色에 依한 觀察에서는 花粉粒은 完全不稔이거나 거의 不稔이 있다고 하였고 三種의 植物은同一 Genom에 屬하여 高麗人蔘과 美國人蔘, 美國人蔘과 竹節人蔘 사이에는相同染色體間에多少의 分化가 일어나고 高麗人蔘과 竹節人蔘과의 사이에는 더욱分化가 進行되었다고 推定했다.

人蔘의 發生學的研究는 韓, 黃^{17 18), 韓^{19) 黃²¹⁾ 黃, 宮澤²²⁾ 等이 있는데 高麗人蔘의 雌性配偶體形成, 胚 및 胚乳形成에 關한 研究에 있어서 胚珠는 倒生型이고 胚囊은 正常型임과, 胚乳原核은 授粉 24~36時間後 第一次分裂을 하니 卵核은 授粉 24時間後에 受精하고 그 첫分裂은 約 8~10日間의 休息을 要하는 事實 및 胚乳核形成은 遊離核型이 고 有絲分裂에 依하여 그 胚胎膜形成은 二次紡錘絲에 依한다는 것과 胚의 形成}}

에 있어서 그分化는 授粉 4週時 까지만 일어나고 그後에는 伸長生長반을 하여 採種時에는 約 340^{mm} 内外의 未熟胚를 形成함을 밝혔다.

한편 韓¹⁹)은 反足組織이 卵裝置로 되는 것을 特異하게 發見했고 黃²¹)은 高麗人蔘의 胚發生에 對하여 仔細히 調査한 結果, 胚型은 명아주科型임을 밝혔다. 또한 黃, 宮澤²²)는 美國人蔘의 形態 및 發生學的研究에서 人蔘은 二心皮 二心室로 된 中央緣邊胎座를 갖는 合成雌器를 갖는 것과 不完全胚珠形成過程을 明白히 하였고 珠心角(珠心軸이 子房軸에 對하여 이루는 angle)을 設定하여 그 angle의 變化에 따른 珠心內始原肧胞, 肚臍肧胞, 大胞子母肧胞※ (※胞原肧胞나 胞

原組織으로부터 發育된 것으로써 減數分裂過程을 거치大胞子를 形成하고 그것에서 胚囊母細胞를 派生해한다.) 大胞子發生, 배낭形成 等의 각時期와의 關係에 對하여 調査報告하였다.

人蔘의 種間雜種에 依한 優良品種育成計劃은 1930年代 大隅에 依하여 開城에서 試圖되었으며 二次大戰後에는 1960年부터 日本 長野縣에서 宮澤에 依하여 繼續試圖되고 있으나 그 生長量에 있어서는 約 1.6~3.0倍의 雜種強勢를 나타내지만 雜種에서는 거의 結實不能이기에 F₂를 얻을 수 없다고 報告하였는데^{35, 36}

그것은 表1에서 보는 바와 같이 根重에 있어서 PG×PQ의 F₁은 PQ의 3,176倍, PG의 2,316倍의 強勢를 띠

Table 1. 4年根 採掘調査 成績(個體平均)

組合		根長	根重	根重	莖葉重	葉面積	PG를 100으로 한 指數		
♀	♂	cm	cm	g	g	cm ²	根重	莖葉重	葉面積
PG	PQ	39.5	4.2	220	87	2,068.8	231.6	164.2	142.8
PG	PL	47.5	2.9	162	67	1,862.4	170.5	126.4	128.5
PQ		34.5	2.3	69	28	693.2	72.6	54.7	47.8
PL		19.4	2.1	16	4	210.0	16.8	7.5	14.1
PG		34.5	2.7	95	53	1,449.0	100.0	100.0	100.0

였다.

그런데 種間雜種의 結實株에 있어서 結實되는 花房率은 表2에서와 같다³⁷.

Table 2. 結實株에 있어서의 結實되는 花房比率

		結實株數	結實花房數	不稔花房數	合計	計	結實花房比率(%)
♀	♂						
PG	PL	33	65	2,759	2,824	2.3	
FG	PQ	13	13	836	849	1.5	

한편 그들의 開甲比率은 表3과 같다³⁷.

Table 3. 開甲比率

組合		開甲數	不開甲數	計	開甲比率(%)
♀	♂				
PG	PL	19	46	65	2.92
PG	PQ	1	12	13	7.7

※ PG 高麗人蔘, PL 竹節人蔘, PQ 美國人蔘,

以上 F₁(PG×PQ)의 自殖에서 總調查株數 345株中 13株(約 3.76%)에 結實하여 13粒의 種子를 얻었다 한다.

그中 開甲한 것은 單1粒(約7.7%)이 있는데 開甲되지 않은 것은 胚, 胚乳等 內容物을 沒有하고 種殼(外果皮)

만이 있었다, 한다, 한편 PG×PL의 F₁에서는 開甲比率이 29.2%로써 PG×PQ보다 開甲率이 높으나 其他 PQ×PG, PQ×PL, PL×PQ 等의 F₁에서는 모두 種子를 얻을 수 없었다 한다. 또한 F₁은 不稔性이 強함을 알고 戻交雜을 하였으나 亦是 모두 種子를 얻지 못했다고 한다³⁷),

以上에서와 같이 人蔘의 種間雜種에서는 그 生長量이 兩親의 約 1.6~3.0倍나 되는 驚異的인 雜種強勢를 나타내지만 次代를 얻을 수 있는 稳性率이 大端히 낮아서 F₁ 種子를 얻기도 難하거니와 採種된 것이라 할지라도 PG×PL 組合의 F₁ 個體에서 얻은 種子以外에는 모두 種殼만이 發達되고 胚 및 胚乳가 缺如되어 發芽할 수 없으므로 F₂를 얻을 수 없다고 했다. 交雜에 依한 結實率은 1.5~2.3%에 不過하여 Heterosis 育種은 實用化 할 수 없으며 種間交雜에 依한 交雜育種도 F₁를 얻을 수 없어 期待할 수 없다.

以上과 같은 見地에서 筆者は F₂에서의 結實不能의 원인을 究明하여 F₂를 얻을 수 있는 길을 探索하고자 本研究를 試圖하였다.

材料 및 方法

本實驗에 供與한 材料는 日本 長野縣園藝試驗場 北御牧 特用作物試驗地에서 優良人蔘育種을 目的으로 高

麗人蔘(PG)과 美國人蔘(PQ)의 交雜에 依한 F_1 (PG \times PQ)의 4年生에 着生한 花房을 使用했다.

長野에서 高麗人蔘의 系統分離에 依하여 여려 系統을 保有하고 있으며 그들 各系統과 美國人蔘과의 交雜에 있어서 結實率에 系統間 差異는 거의 없었다^{36, 37)}, 材料의 固定은 日本 長野에서 4月 30日부터 7月 5日까지 1週 間隔으로 每回 4~5花房 측, 約 300~450 花의 Carnoy液에 3分鐘 前固定한 것을 즉시 Nawaschin液에 24時間 다시 固定하여 24時間 流水에 洗後 2時間 마다 35%, 50%, 65%, 75% alcohol까지 올려 郵送하여 온 것을 常法에 依하여 脱水, Paraffin 包埋後 5~15" 으로 連續切片을 만들어 Heihdehain's iron alum haematoxylin으로 染色하여 Canadabalsam으로 封入 檢鏡했다.

結 果

1. 小胞子囊 (Microsporangium)

極히 어린 葉을 橫斷한 것은 거의 梯形으로 보이며 그안에 同型의 分裂組織細胞들을 볼 수 있었다.

그後 表皮直下에 생긴 始原細胞가 並側方向으로 分裂하여 外側에 初生壁層細胞(Primary parietal cell), 內側에는 크고 濃染되는 胞原細胞(Archesporial cell)를 形成한다.

初生壁層細胞는 並側方向으로 分裂을 繼續하여 表皮細胞, 內皮, 中層, 그리고 2~4個의 核을 갖는 離瓣細胞로써 構成되는 薄壁層을 形成하게 되는데 이것은 兩親과 같이 雙子葉型(Dicotyledonous type)을 이루고⁷⁾ 그 形成過程에 있어서의 速度, 順序 等에 있어서도 아주 正常의임을 確認하였다.

內皮細胞는 發生初期에는 薄壁을 이루는 다른 細胞와 그 크기, 型이 똑 같지만 時間經過에 따라 漸次 擴張되어 成熟時에는 隣接한 表皮細胞나 中層細胞보다 越等히 커서 39.6 \times 19.8u 內外로 되며 細胞質이 쳐어 질뿐 아니라 空胞도 發達되며 內側壁으로 부터 外壁에 걸쳐 있는 纖維帶(Fibrous band)를 볼 수 있었다.

內皮의 分裂은 大概 垂直方向으로만 이루어지는데 间或 並側方向으로 分裂되는 것도 觀察되었고 成熟房에서 壁層組織中最後까지 남는 것은 內皮이며 薄壁의 中樞의인 것으로 되어 있다.

二次壁層細胞의 分裂에 依하여 생긴 初生中層細胞는 1~2回 分裂을 하여 2~4層의 中層을 形成하는데 大部分은 1回만의 分裂로 2層으로 된 中層을 갖는다.

高麗人蔘과 美國人蔘 사이에는 中層의 層數에 差異

를 보였으며 前者は 거의 一律的으로 2層인데 後者는 F_1 의 境遇와 같이 3~4層의 것도 極히 드물게 觀察할 수 있었다.

中層의 退化는 2~4層으로 分裂된 直後부터 始作되어 그 것은 並側面으로 납작해지는 것이 特徵的이다.

그 退化物은 小胞子形成에 있어서 消化吸收되는 것으로 생각되며 第一分裂後期에는 이미 1層만이 남아 있는 것을 볼 수 있고 花粉形成時期에는 거의 退化消失되어 버린다.

離瓣細胞는 二次壁層細胞가 細胞質分裂歎이 核分裂만이 일어나 擴張된 것인데 壁層組織中 가장 細胞質이 豊富하며 거의 空胞를 觀察할 수 없었다.

離瓣細胞가 最大로 자라나면 40 \times 14u 內外로 되며 四分子가 分離되어 花粉母細胞로 發達하기 始作할 때 徐徐히 吸收崩壊되기 始作하여 花粉完成期에 到達한 것에 있어서는 거의 完全히 消滅된다.

高麗人蔘에서는 一般的으로 2個의 核을 갖는 것이 普通이고 때로는 4個의 것도 있었지만 F_1 에서는 大略 核分裂도 일어나지 않아 1個의 核을 갖는 것이 大部分이나 細胞質이 兩親의 境遇보다 濃染되고 그崩壊時期는 花粉形成細胞의崩壊時期에 反比例하게 된다.

2. 小胞子發生 (Microsporogenesis)

5月15日(日本長野顯에서) 採取한 標本에서 減數分裂過程을 觀察할 수 있었는데 이때의 核은 直徑 14.4u 內外이고 細胞는 21" \times 23" 程度이며 高麗人蔘이나 美國人蔘에 있어서는 減數分裂의 進行時期나 速度가 同一 葉房內에서는 거의 同時型의으로 일어 났지만 F_1 에서는 그時期가 一定치 않아 여러가지 像을 볼 수 있었다.

減數分裂相은 移動期에 單價染色體와 二價染色體는 確然하게 區別할 수 있으며 그 수는 23II + 2I, 22II + 4I의 것이 보이는데 23III + 2I의 것이 大部分이고 22II + 4I의 것은 적어 栗山³⁰⁾의 觀察과 거의一致하였다.

이들中 單價染色體는 後期進行中에 여러가지 狀態를 나타낸다. 즉, 어떤 것은 赤道板近處에 染色體橋(Bridge)로 남는 때가 있고 또 어떤 것은 그때 그때 二價染色體에 휩쓸려 兩極으로 不規則하게 移動하는 것 등이 있어서 兩極의 染色體數에 差異를 나타내는 수가 있었다.

그러나 以上과 같은 異常分裂数에도 二分子 또는 四分子以上的 小胞子形成은 볼 수 없고 四分子型도 兩親과 같이 Tetrahedral type인데 極히 드물게 交叉型(Decussate type)도 볼 수 있었다.

3. 心皮 (Carpel)

人蔘의 雌性器官은 筆者²²⁾가 밝힌 바와 같이 二心皮의 合成雌器(Syncarpons gynoecium)이며 二心皮 二心室로 된 中央緣邊胎座를 갖는다.

自殖系와 F₁系 사이의 花器形成過程에 있어서 減數分裂 以前 까지의 모든 發育過程에 있어서는 何等 差異點을 볼 수 없고 오히려 兩親의 하나인 美國人蔘에 比해서는 빠른 편이다. 즉 維管束系의 配列, 心皮緣邊이 痣着된 胎座 또는 發生狀態, 胚珠發生過程, 胎座로부터의 閉塞組織의 發生 및 그 形態, Stigmatoid의 發達, 4胚珠中 下向되는 2개와 上向되는 2개의 運命,一心室內에서의 2개의 胚珠가 發生되는 頻度, 珠心組織의 細胞層 및 細胞列 胚珠 및 珠心의 型, 三心皮 三心室 房子의 出現頻度 等等의 觀察에 있어서 F₁과 兩親사이의 差異點을 볼 수 없었다.

4. 大胞子囊 (Megasporangium)

心皮의 緣邊은 子房의 中央에 集結되어 內縫合線을 이루며 垂直上向하여 胎座를 形成하고 緣邊에 있는 各維管束系 끝에서 각각 胚珠의 原基가 發生한다.

胚珠의 發生初期에는 4個 모두 伸長 速度가 같으나 4個中 上向하는 2개는 不完全胚珠로써 珠心의 길이 55 內外로 자랐을 때 珠皮伸長을 볼 수 없이 裸出되어 生長이 中止되고 珠心內部에서도 거의 發育이 되지 않고 그대로 褪萎되어 버리는 것이 大部分이다.

兩親의 境遇에는 間或 不規則하기는 하나 4分子를 形成하는 것도 있었지만 F₁에서는 전혀 그와 같은 것은 볼 수 없이 일찍 退化되어 버린다.

F₁ 植物中 下向伸長는 正常胚珠에서는 珠心이 心室의 底邊에 達했을 때 珠心基部에서 一枚의 珠皮原基가突出되어서 急速히 자라나 珠心角度²²⁾ 90°에 이르렀을 때에는 그先端은 珠心先端보다 더욱 자라나게 되며 170°~180° 時에는 珠心의 頂端을 完全히 蓋하여 所謂 珠孔을 形成하여 外觀上 大胞子囊을 形成完了한다(Fig. 3)

그러나 그 速度는 兩親에 比하니 顯著히 遲遲不進한 데 그것은 珠心組織內에서 일어나는 大胞子 및 胚囊形勢過程의 正常 또는 非正常 如何에 따라 影響을 받는 바 크다.

兩親植物 및 F₁의 珠心型은 Crassinucellate type (Fig. 2, 3)이고 珠心과 珠皮의 限界를 明白히 認定할 수 있었지만 두 組織間의 틈(gap)은 兩親에서는 別로 큰 差異없이 珠心頂端과 珠皮가 거의 接해져 있는데 反하여 F₁에서는相當히 큰 틈을 認定할 수 있으며 (Fig. 6) 珠心內部의 各發育段階에 있어서 障害가 크

면 풀수록 그 틈은 커졌다. 따라서 Van Tiegen³²⁾이 말한 바와 같이 Epistase는 전혀 볼 수 없었고 珠心組織의 基部는 兩親의 境遇, 胚囊이 成熟하면 거의 完全히 消化吸收되어 胚囊은 吸足狀으로 되는데 F₁의 境遇에는 珠心內部의 發育에 反比例하여 胚囊이 發達되어 어가는 것이 特徵이다.

特히 分離見核이 正常位置에 分配되지 못하여 胚囊內 어느 곳에 群集되어 있을 때는 珠心基部組織은 胚囊내에 뚜렷이 남아 있다.

兩親의 境遇, 成熟胚囊에 있어서 珠心組織은 勿論 珠皮組織의 一部 마저 상당히 侵蝕되어 각다른 胚囊腔을 이루는 것이 普通이지만 F₁에 있어서는 珠皮細胞가 崩壊되는 것은 거의 觀察할 수 없었다.

勿論 F₁에서는 減數分裂過程 自體가 不規則의이며 珠心組織은 그에 平行해서 退化되어 가지만 減數分裂이 끝나 大胞子가 形成되고 胚囊母細胞가 다시 分裂을 하여 胚囊을 形成하는 過程에 있어서도 段階의 退化像을 볼 수 있었다.

稀貴한 例이지만 多幸히 8核胚囊을 形成한 것은(8核의 配分位置는 不規則의 었지만) 珠皮組織의 表皮細胞가若干 崩壘되는 것을 볼 수 있었으나 大部分의 境遇는 珠皮의 崩壘는 볼 수 없고 오히려 珠皮組織의 表皮細胞는多少 破壊되며 核은 1~2個를 가지고 있었다. 그러나 內皮層(Integumentary tapetum or Endothelium)을 形成하는 것은 볼 수 없었다.

一般的으로 珠皮組織은 珠心內部에서 渡育이 繼續되는 限 兩親과 같은 正常 發育을 하며 Caldwell³²⁾이 指摘한 바와 같은 爪蓋(Operculum) 等의 發達은 全然 볼 수 없었다.

高麗人蔘에 있어서는, 初生胞原細胞 (Fig. 1)는 分裂되지 않고 그대로 大胞子母細胞로 發達되는데 美國人蔘이나 F₁에서는 極히例外의 으로 垂直 및 並側方向으로 各 1回씩 2回分裂을 하여 4個의 細胞를 갖는 胞原組織을 形成하고 그中 合點側 細胞의 어느 하나가 大胞子母細胞로써 的機能을 갖게 되는 것을 볼 수 있었다,

이와 같은 것의 出現頻度는 美國人蔘이 0.2%, F₁이 0.1%로 觀察되었다.

5. 大胞子發生 (Megasporogenesis)

胞原細胞가 漸次 充實하여서 大胞子母細胞로 되기 까지에는 兩親에서도 상당히 오랜 時日을 要하였지만 特히 F₁에서는 減數分裂 第一分裂期에 이르기 까지에는 더욱 많은 時日을 要한다.

즉 美國人蔘에서는²²⁾ 珠心角度 40~60°時에 第一分

裂을 볼 수 있었지만 F_1 植物의 標本中 가장 늦은 것은 珠心角度 160° 에서도 볼 수 있었다.

大胞子母細胞로 부터 減數分裂 前期에 達했을 때의 그 크기는 25.2×9.4 의 것으로 있어 兩親보다 顯著히 큰 것은 特徵의이다 (Fig. 2), 뿐만 아니라 大胞子母細胞가 減數分裂期에 들어 갈 수 있는 時期, 또는 減數分裂過程의 樣相은 極히 不規則의이다.

Table 4. The percentage of degenerating number within ovule of the hybrid plant (PG x RQ)

Phase of development	Megaspore mother cell	Dyad	Tetrad	Embryo sac mother cell	2-nucleate embryo sac	4-nucleate embryo sac	8-nucleate embryo sac
percentag of degeneration at each phase	42.0	23.0	26.2	5.5	3.4	0.7	0.2

各段階中 大胞子發生 즉 減數分裂의 各過程에 對하여는 다음과 같이 觀察되었다.

가) 大胞子母細胞(Megaspore Mother Cell)

1,050枚中 546枚는 大胞子母細胞期 以上으로 發育할 수 있었고 504枚는 그대로 退化되었다. 退化어가되는 狀態는 一定하지 않으나 大概 처음에는 珠心組織中 大胞子細胞에 接하여 있는 珠心組織도 濃染되고, 珠心組織의 兩側 表皮細胞는 이를 退化細胞 殘滓物을 사이에 두고 漸次 서로 接하여 간다 (Fig. 14).

大胞子母累胞가 退化되기 始作하는 것은 一定하지 않아 어떠한 것은 珠心角度 180° 의 것에서도 그대로 健在한 것을 볼 수 있었다.

高麗人蔘이나 美國人蔘은 珠心角度 180° 時에는 이미 成熟胚囊期에 있어 反足細胞는 退化되어 볼 수 없는 때다.

더욱 甚한 것은 胞原細胞가 大胞子母細胞로 發育되지 못하여 그대로 退化되어 가는 것도 있었다 (Fig. 14, 15).

나) 二分子 (Dyad)

二分子像은 거의 退化像이며 正常的인 것은 거의 볼 수 없었다. 5月29日의 材料中에서 볼 수 있는 二分子에는 珠孔側의 것은 半月形으로 退化되어 있는 데 마치 分裂直前의 像을 나타내는 것도 있었다 (Fig. 4).

6月6일의 材料中에서 觀察할 수 있는 것은 核과 核사이가 空胞로 채여一看하여 二核胚囊이 아닌가 誤認하기 쉬운 것도 있었다. 그러나 核과 核사이에 隔膜을 確實히 認定할 수 있어 二核胚囊이 아님을 알 수 있었다.

이와같이 二分子가 分裂되지 않고 그대로 生命을 維持하면서 空胞가 發達하게 될 때에는 그에 接해 있는 珠心組織細胞는 吸收되어 버리기 때문에 큰 空隔이 생겨 마치 小型胚囊과 같이 보인다 二分子의 이와같은 退化像是 不過 24枚만을 觀察할 수 있었다.

다) 四分子(Tetrad)

大胞子母細胞는 많은 標本에서 觀察할 수 있지만 그것이 減數分裂에 들어 가기前 그대로 褶萎收縮되어 버리는 것, 또는 減數分裂에 들어간 것이라 하더라도 各段階에서 繼續退化되어 結局 8核胚囊을 形成하는 것은 極히 稀有하다, 만들어진 永久標本 1,050枚中 大胞子形成 및 胚囊形成過程의 各段階에 있는 像에 對한 分率은 다음 表4와 같다.

四分子像是 很多 不規則의이다, 兩親에서 觀察되는 四分子排列은 線狀排列이 普遍的인 것이고 間或 中間型을 觀察할 수 있는데 F_1 에서는 線狀排列은勿論이지만 中間型, T型 (Fig. 7), L型 等을 볼 수 있다. 또한 減數分裂을 마친 後에는 四分子中 어느 하나가 다시 分裂을 했기 때문에 五分子로 되어 있는 것이 있는가 하면 (Fig. 5), 反對로 等一分裂에 依하여 생긴 二分子中 珠孔側의 것은 等二分裂期에 들어가지 못하고 合點側의 것만이 第二分裂을 마치기 때문에 三分子로 되는 것도 볼 수 있다 (Fig. 6).

四分子中 活性大胞子(Functional megasporangium)로 되는 것은 兩親植物에서와 값이 合點側의 것이 普通인데, 珠孔側의 것이나 中間에 있는 것이 活性大胞子로 되는 것도 있었다 (Fig. 6).

F_1 에서는 上과 값이 不規則의이며 非正常的인 減數分裂이 일어나기는 하지만 어느 一定한 時期에 達한 것의 珠心組織崩壊速度에 있어서 兩親과 別로 큰 差는 없었다.

한편 珠心內部發育이 停止되거나 退化되어 가는 것에 있어서도 子房壁은 繼續 자라나기 때문에 子房壁과 胚珠 사이에는 커다란 空隙이 形成된다 (Fig. 13).

6. 雄性配偶體 (Male Gametophyte)

四分子로 부터 分離된 直後의 小胞子의 크기는 兩親의 그것과 거의 同型인 것이 대부분이지만 巨大型, 微小型의 것도 상당히 볼 수 있다 (Fig. 23).

이 微小型의 것은 遲滯染色體나 染色體橋가 別도로 떨어져서 生長하는 것인지 아닌지는 確實치 않지만 그 内容物質은 大端히 貧弱하다.

雌性器官에 있어서는 大胞子發生(減數分裂)過程中 甚히 異常狀態를 보였는데 雄性器官에 있어서도 상당히 甚한 異常狀態를 보였다. 兩親, 特히 高麗人蔘에

있어서는 花粉形成過程이 한 藥內에서는 同時型의이며規則의이었으나 F1에 있어서는 開花期直前의 것도 第一收縮期에 머물러 있는 것, 核의 移動期에 있는 것, 發芽孔이 아직 생기지 않은 것, 營養核 및 生殖核이 移動期에 있는 것 等等 花粉母細胞分裂의 각段階를 한 藥內에서 볼 수 있었다. 뿐만아니라 細胞質을 缺하는 것 細胞質이 甚히 濃染되는 것, 또는 内膜(Intine)과 細胞質이 分離되어 있는 것 等 極히 不規則의이었다.

한편 第一核分裂期를 거쳐 營養核과 生殖核이 形成된 것은 約 5% 觀察할 수 있었는데 거의 不充實했다.

生殖核의 分裂, 즉 第二核分裂을 마친 것은 전혀 볼 수 없었는데 이것은 高麗人蔘(筆者 未發表)이나 美國人蔘²²⁾과 同一했다,

7. 雌性配偶體 (Female Gametophyte)

大孢子囊形成過程에 있어서 甚한 不規則性과 異常狀態로 各期(Stage)途中에 退化消失되는 것이 約 91% 이었는데 胚囊形成過程에 있어서는 그 退化像이 一層明瞭하다. 各期에 따른 退化像是 다음과 같다.

가) 胚囊母細胞 (Embryo Sac Mother Cell)

充分히 發達한 胚囊母細胞는 胚囊長軸, 核의 兩便에 空胞가 發達되어 있고 退化中인 大孢子의 殘滓가 珠孔側에 남아있다, 이와 같은 像은 거의 正常에 가까운 것인지만 極히 드물게 볼 수 있었다.

이 時期에는 珠心組織의 뚜렷한 退化像是 볼 수 있다.

나) 二核胚囊(2-Nucleate Embryo Sac)

이 時期에도 正常發育中인 것은 兩親과 거의 差異없다. 즉 有絲分裂에 依해서 생긴 그核은 珠孔側과 合點側으로 各各 移動되어 그 中間에 空胞가 發達되고 2核은 空胞緣邊에 따라 細胞質絲(Cytoplasmic strand)로 連結되어 있는 것 값이 보인다(Fig. 9). 이때 珠心組織은 胚囊母細胞期에 比하ည 顯著히 崩壞吸收되어 胚囊腔은 急作히 커 보인다.

珠心組織의 崩壞狀態를 보면 核를 中心으로 하여 안에서 부터 밖으로 崩壞消失되어 가는데 珠孔側이나 合點側보다 珠心의 中間部가 더욱 일찍 崩潰되어 간다. 따라서 가장 많이 退化된 것은 珠心의 頂端部를 除外하고 表皮細胞만이 남아 있어 마치 울타리 모양으로 보인다(Fig. 9, 11).

이와 같은 것은 比較的 正常發育을 하고 있는 것에서 볼 수 있고 大部分의 것은 不規則한 發育 또는 退化像을 나타내기始作한다. 즉 形成된 2核이 分離되지 못하고 濃染의 細胞質로 둘러싸이거나 한쪽(大概是 珠孔側)으로 몰리거나 하는데 이러한 것일수록 珠心組織의 崩壞가 적다(Fig. 16, 19)

二核胚囊期나 四核胚囊期에 볼 수 있는 珠心組織의 表皮細胞는 何等 退化像이 보이지 않을 뿐더러 珠心內部組織이 退化되어 할 때 그 안에 있는 3~5列의 細胞가 褶萎收缩되어 漸次 表皮細胞로 하여금 吸收되는 것을 볼 수 있다(Fig. 8, 9, 10). 이와 같이 처음에는 珠心의 表皮細胞가 一律으로 珠心內部組織을 吸收하기 때문에 表皮細胞만이 남아 거의 2列로 보이는데 珠心內部組織이 完全히 吸收된 後에는 2列로 보이는 表皮細胞中에서도 活性에 優劣關係를 볼 수 있어 優勢한 것은 劣勢한 것을 消化吸收하기 때문에 한 쪽 大型細胞로 된다(Fig. 15). 이와 같이 表皮細胞中 끝까지 남아 그 同僚細胞를 消化吸收함으로써 肥大하여 가는 것은 어느 位置의 것이라고는 말할 수 없다.

다) 四核胚囊 (4-Nucleate Embryo Sac)

胚囊細胞의 分裂이 進展됨에 따라 核의 配置狀態는 더욱 不規則化하고 複雜해진다. 極히 稀有하게 正常發育을 한다고 보이는 것中 4核의 境遇. 合點側의 2核中 1核은 正常位置를 떠나 中央에 進出되어 있다.

核과 核사이는 正常의으로 細胞質絲로 連結되어 있고 珠心細胞의 殘影은 이 4核을 둘러싸고 있다가(Fig. 16) 漸次 崩壞消失되어 가는데 늦게 까지 남아 있는 곳은 珠心上部로써 所謂 珠心帽(Nucellar Cap)를 이룬다(Fig. 11).

四核胚囊期의 非正常的인 型으로는 여러가지가 보이는데 ① 4核은 胚囊의 中央部에 짙은 細胞質로 둘러싸여 胚囊軸의 方向으로 一列로 있는 것 ② 胚囊內의 어느 한구석에 集結되어 亦是 짙은 細胞質로 둘러싸여 있는 것 ③ 珠孔側과 合點側에 2個씩 있는 核들이 서로 密接되어 있어 核分裂後 分離되지 못한 것 같이 보이며 珠孔側과 合點側의 核사이가 細胞質絲로 連結되어 있는 것 등이 보인다.

四核胚囊期에도 二核胚囊期에서 볼 수 있었던 바와 같이, 核이 一定한 位置에 分配되지 못하여 어느 한곳에 集結되어 있을수록 珠心組織의 崩壞는 더딜뿐더러 胚囊下側에 있는 合點側 珠心組織도 崩壞되지 않고 오히려 胚囊內에 残存하게 된다(Fig. 16, 19).

珠心組織의 胚囊內殘存狀態는 珠皮內壁에 沿하여 더욱 甚하고 그 中間은 空洞이다. 따라서 胚囊의 合點側이 三角形으로 陷入되어 보인다(Fig. 16).

라) 八核胚囊(8-Nucleate Embryo Sac)

正常型의 八核胚囊은 볼 수 없고(兩親에서도 成熟胚囊에서의 反足細胞는 일찍消失되어 觀察할 수 없었음) 本實驗中 單一例가 卵裝置와 融合核만을 갖는 正常成

熟胚囊에 가까운 것을 볼 수 있었다.

그러나 이때의融合核은極히異常大型이다. 즉 卵裝置細胞들의 核의 크기가大概直徑 7.2^μ 内外인데融合核의 徑은 23.4^μ, 仁의 徑은 10.8^μ의 大型이며 卵裝置와融合核은 짙은細胞質로連結되어 있다. 이와같이比較的正常에 가까운 것以外에大部分의 胚囊은異常형을 띠고 있다.

八核胚囊의 境遇도 四核胚囊의 境遇와 같이異常型의 代表적인 것으로는, 核이 定해진 位置에 分配되지 못하여 胚囊一隅에 짙은細胞質에 쌍여 集結되어 있는 것이 많다. 四核胚囊에는 볼 수 없었던 것이 8核胚囊期에 볼 수 있는 것으로는 核이 각각 遊離되어 胚囊內를彷徨하고 있는 것이라 하겠다.

이 時期까지 到達한 것의 珠心組織의 崩壞는 거의 正常胚囊時에 가까울게 進行되어 四核胚囊期의異常型에서 볼 수 있었던 바와 같은, 珠心組織이 胚囊內에 남아 있는 것은 거의 볼 수 없었다.

뿐만 아니라 大胞子發生初期부터 配偶子形成細胞가退化되어 가는 것에 있어서 그를 둘러싸고 있는珠心細胞가 2~3個만이라도 살아있는 동안에는 胚囊腔은 크게形成되어 간다(Fig. 17, 18).

8. 受 精 (Fertilization)

以上과 같이 配偶體形成에 있어서 正常의인 것은 거의 볼 수 없었을 뿐더러 1,050枚의 標本中比較의 正常에 가까운 것은 不過 2~3枚이었기에 受精產象의 觀察이란 不可能한 것이었다.

9. 胚 (Embryo)

위에서 觀察해온 바와 같이 F1은 거의 性的缺陷을 나타내기 때문에 受精은勿論胚發生이란想像치 못했으나 本實驗에 있어서 單一枚의 4細胞原胚(4-Celled proembryo)를 觀察할 수 있었다.

이것은頂端細胞(a)와 基底細胞(b)가 각각 橫裂되어 l, l', m, Ci의 4細胞原胚를 形成하고 있는 것임이다(Fig. 20). 그런데 한층 더 奇異한 것은 高麗人蔘이나 美國人蔘等 正常胚囊內에서의 胚의 觀察은融合核(初生胚乳核)의 第一次分裂이 受精卵의 第一次分裂보다 8~10日이나 빨리 일어나^{17) 22)} 胚乳細胞가 胚囊內에 充滿되기 때문에 胚發生過程을 調査하기에는 힘이 들었던 것이었으나 本標本에서는 胚乳發達은 전혀 觀察할 수 없어서 原胚의 觀察은 明確히 할 수 있었다.

10. 胚 乳 (Endosperm)

胚乳가 發達된 slide 標本亦是 本實驗中 單一枚 觀

察할 수 있었는데 (Fig. 21) 이것은 이미 胚乳組織이 胚囊內에 상당히 채여 있기 때문에 또한 單一枚의 標本으로는 그 發達過程의 追求란 생각할 수도 없는 것이다.

形成된 胚乳組織은 兩親의 境遇에 볼 수 있었던 바와 같이 發育에 있어서 均一한 것이 아니라 組織全般에 걸쳐서 볼 때에 部分적으로 細胞質이 濃染 또는 淡染되고, 크기에 있어서도 大型 또는 小型의 胚乳細胞를 볼 수 있고 組織內에 [細胞가 密集되어 있는 곳 또는 空隙 等을 볼 수 있었다.

또한 胚乳細胞發育過程²⁰⁾의 各段階 卵膜形成期, 細胞質의 液胞形成期, 淀粉粒蓄積期 等 여러 像을 볼 수 있었다.

한편 珠皮組織은 胚乳組織의 發達에 따라 主要合點側의 胚乳組織에 接한 곳 즉, 珠皮內側에 커다란 空隙이 생겨 珠皮組織의 崩壊像을 보이고 있었다 (Fig. 21).

考 察

屬間 또는 種間雜種에 있어서 不稔現象은 흔히 볼 수 있는 것이지만 그 不稔現象이 나타나는 樣相은一律의인 것이 아니다. 적 遺傳의으로 異型染色體나異質遺傳子가 核分裂에 있어서 遲滯染色體, 染色體橋, I價, II價 또는 III價染色體 等을 出現케 하여 不稔으로 되며 血緣關係가 遠緣일수록 不稔性은 甚하다고 한우.

그러나 性的親和性이 있는 境遇에도 機械的 障碍나外的條件 때문에 雜種이 생기지 않은 때가 있고 또 그原因을 相反交雜으로 돌릴 수 있는 結果를 나타내는 수도 있다.

Cooper & Brink^{1) 2) 4) 5) 6)}는 種子의 正常의 發達에 있어서는 胚, 胚乳 및 珠心組織이 一定한 平衡生长을 하는 것을 觀察할 수 있으나 雜種의 境遇는 여려가지 理由로 胚乳發達이 遲延되거나 破壞되어 結局一種의 餓餓에 依해서 不稔으로 봤다고 한다.

그들은 또한 茄子科植物인 煙草, 일년감, Petunia 等을 材料로 하여 種間雜種을 만들고 그 種間雜種에서도 種子가 結實되지 못하는 것을 調査觀察했는데 그것亦是 細胞學의 比較를 하여 본 바에 依하면, 胚乳發達過程에 异常이 있고 또 初期에 胚가 崩壊되는 것은 胚乳發育이 遲延되는데 原因이 있다고 했다.

즉 合點基部로 부터 通하는 細胞가 多細胞質이면 그곳의 過剩生長으로 胚乳를 完全히 塡어 그 生長이 遲延된다고 했다.

이때 合點側 基部에서 珠心으로 通하는 좁은 裂隙이

있을 때에는 雜種胚의 生命을 大端히 延長시킬 수 있다고 한다. 결국 그들은 養分이 合點側에서 胚囊內로流入되는 것인데 合點基部에서 珠心基部에 걸친 組織이 異常發育을 하기 때문에 養分流入에 障碍를 받아 胚囊內에는 一種의 餓餓를 일으켜 胚乳나 胚의 發育障礙 또는 破壞를 가져 온다고 했다.

Rappaport J.⁴⁶), Rappaport J. S. Satina & A. F. Blakeslee⁴⁷⁾⁴⁸), Satina & Blakeslee⁴⁵) 等은 Datura 屬의 種間雜種에 있어서 不穩으로 되는 組合의 境遇에는 胚囊內에 癌組織이 發達하여 그것이 胚囊을 抑壓하고서 胚乳와 胚를 破壞한다고 했다.

한편 그들은 이 癌組織의 生化學的 分析에 依하여 RNA, DNA 等이 含有되어 있음을 알았으며, D. Santonum 的 正常胚珠內에 RNA와 DNA를 注入하면 癌組織의 抽出物를 注入했을 때와 같이 胚乳가 破壞되고 亂경 胚發達도 甚한 阻害를 받는다고 했다. 또한 그 阻害作用은 RNA가 DNA 보다 훨씬 强하며 RNA는 10 ppm을 培養液에 添加하여 約 70% 阻害作用을 하는데 DNA는 10ppm을 添加해서도 거의 아무런 効果가 없었다고 한다. 이것은 種間雜種에 있어서는 作用系의 再組合 (Reassortment)에 依하여 反應系로써의 生體代謝系에 一大變革을 가져와 그것이 組織의 變化를 일으켜 異常發育을 하는 것으로 생각된다.

Buell⁹)은 폐령이꽃의 種間雜種(*Diathus Chinss* × *D. Plumaria*)과 *D. Chinensis*의 自殖系의 組織學의 差異를 比較하여 ‘아마 生長物質이나 酶素의 均衡을 包含한 化學的調整에 異常이 생겨 雜種胚의 發育을 困害할 것이다’라는 Sachet 女史의 說을 支持하고 있다.

위에서도 말한 바와 같이 種間雜種의 境遇, 化學的調整의 亂은 作用系의 再組合에 依하여 可能한 것이며 再組合如何에 따라서 穩性 및 結實에 影響된다고 생각된다.

志佐, 加藤⁵¹⁾에 依하면 小野와 永井(1956)等은 *Lactuca dentigulata* x *L. keiskeana*의 F1에서 染色體切斷이 일어나는 것을 防止하기 為하여 授粉直後의 花의 子房에 核酸(RNA)을 處理함으로써 생긴 子孫의 染色體切斷程度를 調査한結果 RNA가 作用한 機作은 確實치 않으나 授粉直後에 處理한 것과 授粉 24時間後에 處理한 것 사이에 顯著한 差異가 나타났다고 한다. 즉 24時間後 處理한 것은 여러가지 不安定한 核型 및 染色體數($2n=10-7$)를 가졌으나 授粉直後에 處理한 것에서는 安定된 染色體數($2n=10$)를 가지고 있었다 한다.

이와같은 事實은 雜種에 있어서 볼 수 있는 核의 異常分裂도 作用系의 再組合에 依하여 反應系의 變化 즉 化學物質의 異常分配 等을 생각할 수 있는데 더욱이

RNA의 添加에 依한 色染圖數의 變化는 核과 細胞質사이의 化學的關係가 核分裂에 影響을 가진다고 생각된다.

花粉의 不穩에 對한 研究는 種子不結實에 對한 研究보다 더욱 많은 研究가 있다.

酒井⁴¹⁾⁴²⁾⁴³⁾⁴⁴⁾는 低溫에 依한 花의 穩實障礙에 對한 研究에서, 低溫은 花壁의 Tapetum이 異常肥大하여 養分이 蒸室內配偶子形成細胞에 供給되는 것을 막기 때문이라 했고, 島崎⁴⁹)亦是 花에 乾燥處理하여 Tapetum 細胞가 異常하게 亂을 發見했다.

戶田⁵⁶⁾⁵⁷⁾⁵⁸⁾⁵⁹⁾⁶¹⁾는 小麥의 冷害에 關한 研究에서 亦是 冷害는 花粉의 不穩에서 招來되나, 酒井가 花에서 觀察한 바와 같은 Tapetum 細胞의 異常發達은 없다고 했다.

最近에는 花粉의 不穩現像을 生化學的 直에서 追求한 것이 많았는데 深澤¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³)는 小麥, 玉米等의 藥內 遊離아미노酸을 Paper chromatography로 分析하여 正常의 *Triticum durum*에는 Proline이 높은데, 不穩花粉에서는 거의 Proline을 缺한다고 했으며 反對로 asparagine은 不穩花粉을 갖는 花內에 大端히 많았다 한다.

그들은 또한 核酸의 消長에 對해서도 調査했는데 DNA量은 正常藥과 不穩藥 사이에 그다지 큰 差異가 없었는데 RNA量은 不穩藥에서는 花粉退化後는勿論이지만 아직 退化를 볼 수 없는 成熟分裂時에 이미 正常藥에 比較하면 越等하게 적다고 한다.

藤下⁸⁾⁹⁾도 果菜類를 材料로 低溫에 依하여 誘起된 花粉의 退化와 花壁組織에 含有되는 遊離아미노酸과의 關係를 Paper Chromatography로 分析한結果, 亦是 花粉이 退化되는 花壁組織에는 Proline量이 거의 없었고, 一年감의 不穩藥에서는 alanine이 減少되고, 고추의 不穩藥에서는 asparagine이 增加되는 傾向이 있었다고 한다.

深澤, 三藤藤原¹²⁾¹³)等은 糖 特히 蔗糖의 缺乏이 累胞質의 雄性不穩에 있어서 花粉退化의 主因의 하나라고 생각했다. 그들이 Paper Chromatography로 分析한 바에 依하면 正常個體의 藥에는 Fructose, Glucose 및 蔗糖이 들어 있으나 雄性不穩藥에 있어서는 蔗糖을 볼 수 없었다. 이와같은 藥內의 化學物質 含有量의 變化는 交雜에 依한 遺傳子系의 變化 및 그의 內外의 環境의 變化가 物質代謝系의 變化를 가져 오는데 있다라고 생각된다.

많은 研究者들은 交雜에 依한 不穩乃至 結實不能의 原因을 藥 또는 胚囊內에 異常組織이 發達하여 配偶子形成累胞에의 養分供給 遞斷으로 一種의 餓餓現像이

일어난는든가 또한 化學物質의 不均衡的 增減에 따른 配偶子形成의 阻害나 胚 및 胚乳細胞의 發育障礙 때문이라고 解釋하고 있으나 本 實驗을 通하여 交雜에 依한 不稔 或은 結實不能 原因을 다음과 같이 考察한다
16) 27) 28) 29) 31) 40) 62)

1. 交雜에 依하여 再組合(Reassortment)된 遺傳子는 酶素을 媒介로 하여 物質大謝에 關與하게 되는데 Gene-action system이 變革된 F₁에서는 하素系와 反應系에서 甚한 不規則性乃至 異常을 가져와 生成되는 化學物質의 種類 및 量에 있어서 兩親과는 判異하게 된다.

2. 一般的으로 生長, 成形, 發育에는 植物體內에서 생기는 物質 및 Energy의 均衡 잡힌 轉換이 그 基礎로 되는 것이다. F₁에서는 生成되는 化學物質의 種類나 量에 있어서 異例의 增加 또는 減少로 均衡이 잡히지 못한다.

3. 이와같은 物質代謝系에 있어서의 變革은 藥 또는 胚珠內의 酸化還元電位나 pH值, 나아가서는 蛋白質의 變性, 極性 等의 變化를 가져오는 等 配偶子形成累胞의 環境을 바꾸게 된다.

4. 그리하여 異常組織의 發達이나 正常發育의 抑制作用, 어떠한 化學物質 特히 抑制物質의 蓄積 等을 가져와 正常發育을 阻害하여 필경 不稔 또는 結實不能가 된다.

5. 즉 異質의 遺傳子가 交雜에 依하여 再組合(Reassortment)되면 Gene-action system에 一大變革이 일어나는 것이 不稔의 第一次的原因이며 異常組織의 發達이나 어떤 化學物質 特히 抑制物質이 蓄積 其他 代謝系의 異變은 모두 第二次의 原因이라 할 수 있다.

組織發生學의 差異로는 正常胚珠에 있어서 配偶子形成累胞와 그것을 둘러싸고 있는 圍繞細胞와의 關係를 보면 配偶子形成累胞는 圍繞細胞보다 恒時 크고 濃되어 細胞質이 豐富하며 容易하게 識別할 수 있다. 뿐만 아니라 成熟胚囊期에는 珠心은勿論 珠皮組織의一部까지도 崩潰吸收되어 大型의 胚囊腔이 形成된다.

药에 있어서도 亦是 正常發育時에는 成熟花粉期에 表皮細胞, 中層, 용담細胞 等 药壁組織의 大部分이 거의 消失되어 버린다.

이와 같이 正常發育을 하는 것은 活性에 있어서 恒時 圍繞細胞보다 優勢하여 때로는 隣接된 細胞 또는 紡織을 分解吸收하는데, 異常發育을 하는 F₁에서는 오히려 圍繞細胞로 하여금 吸收되어 가는 것을 볼 수 있다.

한편 珠內合 四分子排列도 兩親의 境遇에는 線狀排列이 大部分이고 間或 中間型을 볼 수 있는데 反하여 F₁에서는 線狀排列 外에 中間型, T型, L型 等도 間間

히 볼 수 있고 또한 胚囊內에 있어서도 核은 恒時 極性을 잃어 一定한 場所에 位置하지 못하는데 이와같은 極性의 變化는 代謝系에 있어서의 混亂 즉 內的要因에 依하여 일어난다.

摘要

人蔘植物의 種間交雜에 있어서 一代雜種植物은 兩親에 對하여 約 1.6~3.0倍의 強勢를 나타내지만 甚한 不稔現象으로 거의 雜種 第三世代를 얻을 수 없다는點에서 그 原因을 眼하고자 高麗人蔘×人 美國人蔘의 雜種에 對한 發生學的調査觀察을 하였던 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 雜種人蔘의 榮養生長은 兩親과 같이 正常의 強勢를 나타내나 生殖生長에서는 甚한 阻害를 받는다.

2. 生殖器官形成에 있어서도 減數分裂期 以前 까지는 諸組織의 發生은 거의 正常의 進行된다.

3. 大胞子母細胞나 小胞子母細胞의 減數分裝過程은 甚한 不規則性을 나타내며 어떠한 것은 分裂直前 부터 退化되기 始作한다.

4. 小胞子母細胞의 核分裂에 있어서 第一分裂中期 또는 後期에 一價染色體 또는 染色體橋 等이 出現하는 異常分裂像을 觀察할 수 있었으나 減數分裂이 끝난 것은 亦是 四分子가 大部分이고 二分子나 四分子 以上의 小胞子形成은 볼 수 없었다.

5. 小胞子形成 또는 花粉形成過程에 있어서 한 药內에서 여러 段階의 發育相을 볼 수 있었다.

6. 巨大, 微小, 空虛花粉 等이 상당히 많으며 成熟花粉은 極히 적었다(Fig. 23).

7. 大胞子母細胞期 以後 胚珠의 發育速度는 全般的으로 遲延된다.

8. 減數分裂을 마친 後 大胞子는 五分子를 形成하는 것도 있다(Fig. 5).

9. 大概는 合點側의 大胞子가 活性화하는데 中間에 位置하는 것이 活性大胞子인 것도 볼 수 있다(Fig. 6).

10. 胚珠의 退化는 大胞子母細胞期부터 八核胚囊期 까지 사이에 일어나는데 그 始作時期는 個體마다 早晚이 있으며 各樣各色이다.

11. 大胞子의 排列은 兩親에서는 線狀, 中間型인데 F₁에서는 線狀, 中間型, T型, L型 等 여러가지 형을 볼 수 있다(Fig. 5, 7).

12. 胚珠에 있어서 減數分裂이나 胚囊核分裂 또는 胚囊形成에 不規則性에 甚한 수록 合點基部에 殘存하는 珠心組織이 크다(Fig. 8, 10).

13. 胚囊形成期까지 到達한 것이라 하더라도 胚囊核은 恒時 不安定하여 定해진 場所에 配置되지 못한다.

(Fig. 10, 11, 12).

14. 胚乳細胞을缺한胚囊내에線狀의4細胞原胚를形成한것을볼수있다(Fig. 20)

15. 人蔘의雜種에있어서의不穩原因을다음과같이推定하였다.

a). 雜種의不穩現像是交雜에依한Gene-action system의再組合으로生體代謝系에混亂을일으켜配偶子形成細胞와圍繞細胞間의優劣關係가顛倒되여性的缺陷을가져오는바 있다고보았다. 즉正常胚囊에서配偶子形成細胞는그것을둘러싸고있는圍繞細胞

보다크고濃染되어活性의弱어서圍繞細胞를消化吸收하여發育해된다.

그러나退化胚囊에서는配偶子形成細胞는衰萎되어오히려圍繞細胞로하여금吸收당한다(Fig. 13, 14, 15 17)

b) Gene-action system의再組合으로因한細胞質의變化는極性(Polarity)또는內生리듬(Endogenous rhythm)의變化或은擺亂을가지와發育過程에서性的缺陷을일으켜不穩으로된다고推定하였다.

JONG KYU HWANG: EMBRYOLOGICAL STUDIES ON THE INTERSPECIFIC HYBRID GINSENG (PANAX GINSENG X P. QUINQUEFOLIUM) WITH SPECIAL REFERENCES TO THE SEED ABORTION

On the growing of the interspecific hybrid ginseng plant, the phenomena of hybrid vigours are observed in the root, stem, and leaf, but it can not produce seeds favorably since the ovary is abortive in most cases in interspecific hybrid plants.

The present investigation was undertaken in an attempt to elucidate the embryological dses of the seed failure in the interspecific hybrid of ginseng (Panax Ginseng X P. Quinque folium). And the results obtained may be summarized as follows

- 1). The vegetative growth of the interspecific hybrid ginseng plant is normal or rather vigorous, but the generative growth is extremely obstructed.
- 2). Even though the generative growth is interrupted the normal development of ovary tissue of flower can be shown until the stage prior to meiosis.
- 3). The division of the male gameto-genetic cell and the female gameto-genetic cell are exceedingly irregular and some of them are constricted prior to meiosis.
- 4). At meiosis in the microspore mother cell of the interspecific hybrid, abnormal division is observed in that the univalent chromosome and chromosome bridge occur. And in most cases, metaphasic configuration is principally presented as 23 II + 2 I, though rarely 22 II + 4 I is also found.

- 5). Through the process of microspore and pollen formation of F1, the various developmental phases occur even in an anther loculus.
- 6). Macro, micro and empty pollen grains occur and the functional pollen is very rare.
- 7). After the megasporangium mother cell stage, the rate of ovule development is, on the whole, delayed but the ovary wall enlargement is nearly normal.
- 8). Degenerating phenomena of ovules occur from the megasporangium mother cell stage to 8-nucleate embryo sac stage, and their beginning time of constricting shape is variously different.
- 9). The megasporangium arrangement in the parent is principally of the linear type, though rarely the intermediate type is also observed, whereas various types, viz, linear, intermediate, T-shape, and l shape can be observed in hybrid.
- 10). After meiosis, three or five megasporangium are sometimes counted.
- 11). Charazal end megasporangium is generally functional in the parents, whereas, in F1, very rarely one of the center megasporangia (the second of the third megasporangium) grows as an embryo sac mother cell.
- 12). In accordance with the extent of irregularity or abnormality in meiosis, division of embryo sac nuclei and embryo sac formation cause more nucellus tissue to remain within the embryo sac.
- 13). Even if one reached the stage of embryo sac formation, the embryo sac nuclei are always precarious and they can not be disposed to their proper, respective position.

- 14). Within the embryo sac, which is lacking the endospermcell, the 4-celled proembryo, linear arrangement, is observed.
- 15). Through the above respects, the cause of sterile or seed failure of interspecific hybrid would be presumably as follows,

By interspecific crossing gene reassortments takes place and the gene system influences the metabolism by the interference of certain enzyme as media.

In the F1 plant, the quantity and quality of chemicals produced by the enzyme system and reaction system are entirely different from the case of the parents.

Generally, in order to grow, form, and develop new parts it is necessary to change the materials and energy with reasonable balance, whereas in the F1 plant the metabolic process becomes abnormal or irregular because of the breakdown of the balancing.

Thus the changing of the gene-reaction system causes the alteration of the environmental condition of the gameto-genetic cells in the anther and ovule; the produced chemicals cause changes of oxidatio-reduction potential, PH value, protein denaturation and the polarity, etc.

Then, the abnormal tissue growing in the ovule and embryo sac, inhibition of normal development and storage of some chemicals, especially inhibitor, finally lead to sterility or seed failure.

In conclusion, we may presume that the first cause of sterile or seed abortion in interspecific hybrids is the gene reassortment, and the second is the irregularity of the metabolic system, storage of chemicals, especially inhibitor, the growth of abnormal tissue and the change of the polarity etc, and they finally lead to sexual defect, sterility and seed failure.

參 考

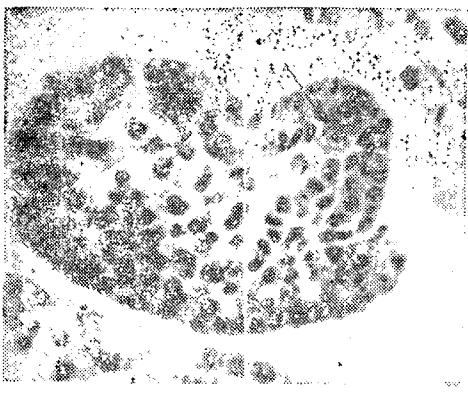
- 1) Brink R, A. & D.C. Cooper. 1944. The antipodalas in relation to abnormal endosperm behaviour *Hordeum Jubatum* x *Secale* hybridseeds. *Genetics*. Vol 29: 391~406.
- 2) _____ & _____. 1947. The endosperm in seed development. *Bot. Rev.* No. 1. 13: 423~541.
- 3) Katherine M. Buell. 1953. Developmental morphology in *Dathus* . Seed failure following inter specific crosses. *Amer. Jour. Bot.* Vol. 40, No. 3: 116~123.
- 4) D. C. Cooper & R.A. Brink. 1940. Somatoplasic sterility as a cause of seed failure after interspecific hybridization. *Genetics*. Vol. 25: 593~617
- 5) _____ & _____. 1944. Collapse of the seed following the mating of *Hordeum Jubatum* x *Secale cereale*. *Genetics*. Vol 29: 370~390.
- 6) _____ & _____. 1940. Partial self-incompatibility and the collapse of fertile ovules as factors affecting seed formation in alfalfa. *Jour. Agri. Research*. Vol. 60.: 453~472.
- 7) Gwenda L. Davis. 1966. Systematic embryology of the angiosperms. Jhon Wiley & Sons. Inc.: 8~10.
- 8) 藤下典之. 1964. 花粉退化의 細胞組織아울러 生理學的研究(第一報). 雄性不稔蔬菜의 退化花粉과 遊離아미노 酸과의關係. *園藝Vol. 32, No. 2: 41~47.*
- 9) _____. 1965. 花粉退化의 細胞組織아울러 生理學的研究(第二報). 低溫에서 果菜類의 花粉退化와 花組織에 包含함 遊離아미노酸과의 關係, *園藝 Vol. 34, No. 2: 37~44.*
- 10) Fukazawa, H. 1954. On the free amino acid in others of male —sterile wheat and maize. *Jap. Jour. Genetics* Vol. 29:135—137.
- 11) _____. 1959. Nucleus substitution and restoration by means of successive backcross in wheat and its related genus *Aegilops*. *Jap. Jour. Bot.* Vol. 17:55 ~91.
- 12) Fukazawa K. Mito & M. Fujisawa. 1957. Preventative effect of sugars on the pollen degeneration of wheat plant. *Bot. Mag. (Tokyo)* Vol. 70: 251~257.
- 13) 深澤. 三藤. 1959. 異質細胞質에 의한 雄性不稔 小麥의 아 스빠라긴과, 뿐로린. *科學 Vol. 26: 313~314.*
- 14) 이이부루후만著 1964. 藥用人蔘 (其藥物學的諸問題에 대해서). 長野縣農政部園藝特產課 3~11.

- 15) 이, 부에우루시비기著 1963. 藥用人蔘(ニ生物學的諸問題) 長野縣 農政部 園藝特產課: 22~53.
- 16) Gottlieb. 1966. Developmental genetics. Reinhold Pub, Co.: 25~114
- 17) 韓烈烈, 黃鍾奎. 1963. 高麗人蔘의 雄性配偶體形成에 關한 研究. 韓國植物學會誌 Vol. 6, No. 2: 3~6
- 18) _____, _____. 1963. 高麗人蔘의 胚 및 胚乳形成에 關한 研究. 全北大論文集 Vol. 5 : 293 ~295.
- 19) 韓烈烈. 1964. 高麗人蔘의 關한 知見補遺. 東湖李徵載博士華甲記念論文集 : 173~176.
- 20) 星川清親. 1968. 米의 胚乳發達에 關한 組織形態學的研究(第11報). 胚乳組織에 대한 濃粉粒의 增積과發達에 대해서. 日作紀 Vol. 37. No. 2: 207~216.
- 21) 黃鍾奎. 1966. 高麗人蔘의 胚發生에 關한 研究. 全北大論文集 Vol. 213~217)
- 22) 黃鍾奎, 宮澤洋一. 1967. 美國人蔘의 形態 및 發生學的研究. 全北大論文集 Vol. 9: 177~194.
- 23) 今村炳. 1938. 人蔘의 種間雜種에 關한件. 人蔘史第六卷朝鮮總督府: 453~456
- 24) _____, 1940. 人蔘史第一卷. 思想編, 朝鮮總督府專賣局
- 25) _____, 1935. 人蔘史第二卷 政治編.
- 26) _____, 1938. 人蔘史第三卷經濟編.
- 27) 今村駿一郎間. 1959. 現代生物學講座 6. 發生과 增殖. 共立出版社: 161~213
- 28) 石田壽老. 1961. 生化學講座 12. 遺傳과 比較發生의生化學. 共立出版社: 397~402
- 29) 加藤一男. 1959. 現代生物學講座 6. 發生과 增殖. 共立出版社: 226~255
- 30) 栗山英雄 1949. 닌진屬 種間雜種의 細胞學的研究 日作紀 Vol. 1, No. 12: 209~213
- 31) 黑田行昭 1969. 現代生物學講座 7. 遺傳과 變異. 共立出版社: 217~233
- 32) P. Maheshwari 1950 An introduction to the embryology of angiosperms. McGraw-hill Book Co 67.
- 33) 盛永俊太郎. 1939. 朝鮮人蔘의 細胞學的研究 人蔘史第六卷 朝鮮總督府: 461~462
- 34) 藥用人蔘試驗成績 1962. 長野農試北御牧藥用人蔘試驗地: 27~31
- 35) 藥用人蔘試驗成績. 1963, 長野農試北御牧藥用人蔘試驗地: 24~28.
- 36) 試驗成績 1964. 長野園試北御牧特作試驗地: 83~91.
- 37) 試驗成績, 1965. 長野園試北御牧特作試驗地: 92 ~99
- 38) " " 1966. 88~94
- 39) 試驗成績(藥用人蔘에 關한 試驗) 1967. 長野園試北御牧特作試驗地: 41~47.
- 40) 大隅敏夫 1953. 綜合作物學工藝作物篇藥用豆類. 地球出版社: 293~294.
- 41) 酒井寛一. 1937. 低溫에 의한稻의 小孢子形成細胞分裂의 阻害. 日作紀 Vol. 9 No2: 207~212.
- 42) _____, 1943. 昭和16年의 冷害에 의한 北海道水稻의 不稔機構에 關한 細胞組織學的調查. 北海道農試報告第40號: 1~17.
- 43) _____, 1949 a. 벼의冷害의 細胞學的研究과 데도肥大의問題. 農學 Vol. 3, No. 8 418~423
- 44) _____, 1949b. 冷害에의 한벼 不稔性의 細胞組織學의 아울러 育種學的研究. 特히 低溫에의 한벼 데도肥大에 關한 實驗的研究. 北海道農試報告第43號
- 45) Satina S. & A. F. Blakeslee. 1935. Fertilization in the incompatible crosses Datura stramonium × D. metel. Bull Torrey Bot. club. Vol. 62 301.
- 46) Rappaport, Jacob 1948. Embryo inhibition in water extracts of ovular tumors of Datura. Ameri. Jour. Bot. Vol. 35: 812
- 47) J. Rappaport, S. Satina & A. F. Blakeslee 1950 Extracts of ovular tumors and their inhibition of embryo growth in Datura. Ameri. Jour. Bot. Vol. 37, No. 8 586~595.
- 48) S. Satina J Rappaport & A. F. Blakeslee 1950 Ovular tumors connected with incompatible cross in Datura. Ameri. Jour. Bot. Vol. 37, No. 8 576~586.
- 49) 島崎佳郎. 1952. 벼의 데도肥大 細胞異常의 細胞學的研究 I. 乾燥處理에 의해서 일어나는 벼 데도肥大의 異常. 北海道農試彙報第63號: 1~5.
- 50) 清水正治, 久野正治 1968. 오-기신에의 한 水稻의 데도肥大의異常에의 誘發 特히 低溫에 의한 것과의關係에對해서 日作紀 Vol. 37, No. 2 217~223.
- 51) 志佐誠植. 1962. 植物 生理學, 誠文堂 新光社: 151~152
- 52) Sirb, Adrian M. & Owen, Ray D. 1958. General genetics. W.H. Freeman & Co 350~425
- 53) 高橋, 大隅. 1942. 朝鮮人蔘의 自然交雜과 防

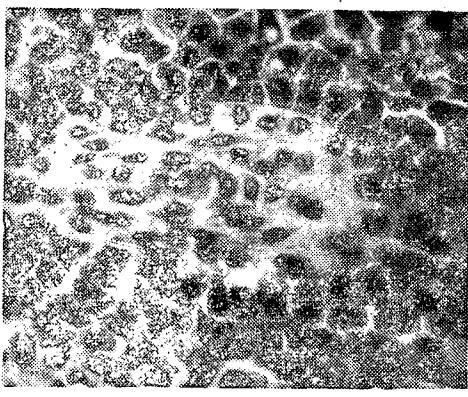
- 止法에 대해서 日作紀 Vol. 14, No. 1 15~20
- 54) _____ . 1960. 朝鮮人蔘의 莖色及顛色의 遺傳에 대해서 遺傳學雜誌 Vol. 16, No. 6: 273~276.
- 55) 竹中要, 1937. 人蔘細胞의 染色體에 關する 研究. 朝鮮博物學會誌 Vol. 22: 59~61
- 56) 戸田正行, 1962. 小麥의 冷害에 關する 研究(第一報) 低溫不稔(第一型冷害)의 發生機構에 대한 檢討. 日作紀 Vol. 30, No. 3241~244
- 57) _____ . 1965 a. 同上 第二報. 障害型. 冷害에 한 不稔의 人爲的 作成實驗. 日作紀 Vol. 33, No. 4 : 344~350.
- 58) _____ . 1965 b. 同上 第三報. 障害型
- 冷害에 의한 細胞學的研究. 日作紀 Vol. 33, No. 4: 351~356
- 59) _____ . 1965 c. 同上 第四報. 障害型. 冷害의 한 不稔의 被害率의 理論值와 實測值의 比較. 日作紀 Vol. 33, No. 4: 357~361
- 60) 戸田正行, 三木昌平, 中田猛 1962 a. 小麥花粉發育過程의 寫眞的研究와 그의 簡易診斷法. 長野農試研究集報 第5號: 19~26.
- 61) 戸田正行, 1966. 小麥의 障害型冷害에 關する 研究. 農林水產技術會議事務局發行: 16~26.
- 62) C. W. Wrdlaw. 1955. Embryogenesis in plants. John Wiley & Sons. Inc 294~316

ILLUSTRATIONS OF PHOTOGRAPH

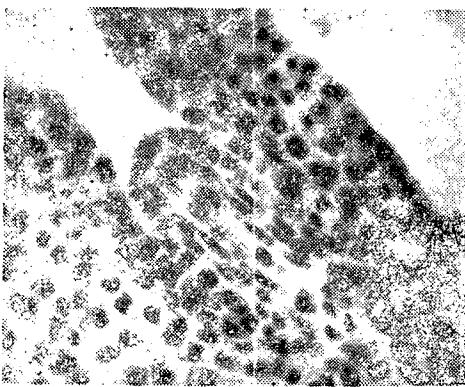
- 1). Initial cell divided to form primary parietal cell and archesporial cell.
- 2). Megasporangium enlarged.
- 3). First division of megasporangium (anaphase).
- 4). One of the dyad degenerated.
- 5). Five megasporangia arranged to form linear shape.
- 6). The third megasporangium functions.
- 7). T shape megasporangia.
- 8). One of the dyad degenerate and other functions.
- 9). 2-nucleate embryo sac, and its surrounding cell mostly degenerated. And fence-like boundary made by epidermis of nucellus.
- 10). Two nuclei don't dispose in the certain position.
- 11). Irregular disposition of embryo sac nuclei.
- 12). Irregular disposition of embryo sac nuclei.
- 13). The rate of growth in ovule don't keep pace with the ovary and makes large cavity between them.
- 14). The nucellus tissue except epidermis extremely crushed.
- 15). Two of nucellar epidermis is shown yet to survive.
- 16). Embryo sac nuclei aggregate to the micropylar end, and charazal end nucellar tissue remains.
- 17). Some of embryo sac nuclei joined by cytoplasmic strand.
- 18). Entirely constricted nucellar tissue in the ovarian cavity.
- 19). The enlarged primary endosperm nucleus.
- 20). Four celled proembryo within the embryo lacking the endosperm cell.
- 21). Endosperm developed miraculously, but already degenerating; integumental tissue also disorganized.
- 22). Showing tetrahedral type tetrad, tapetal tissue disorganizing.
- 23). Macro, and empty pollen grains appeared.
- 24). Endothecium extended, and remains to the last.



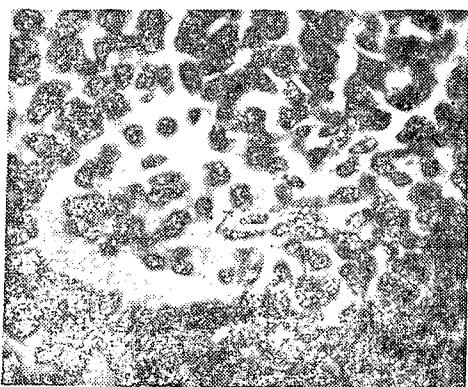
< Fig 1 >



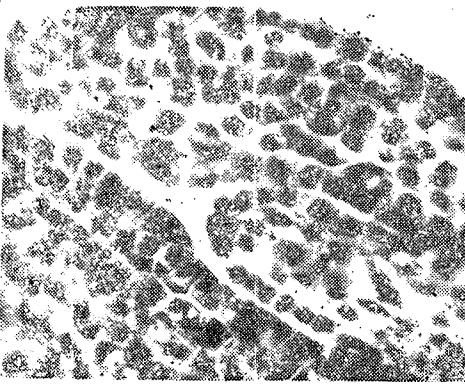
< Fig 5 >



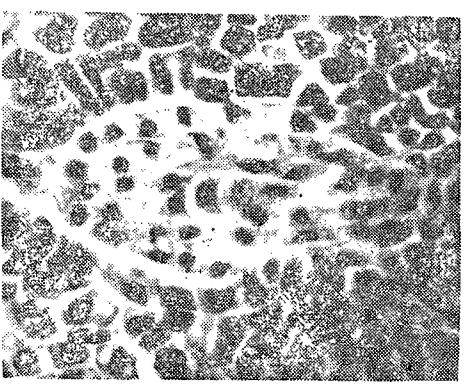
< Fig 2 >



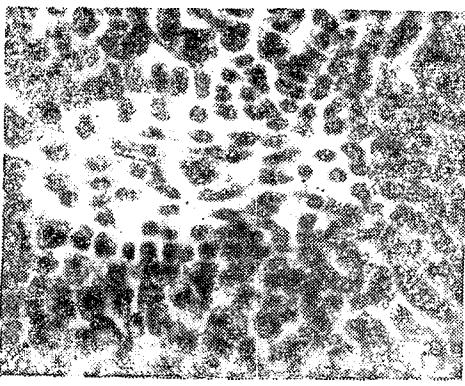
< Fig 6 >



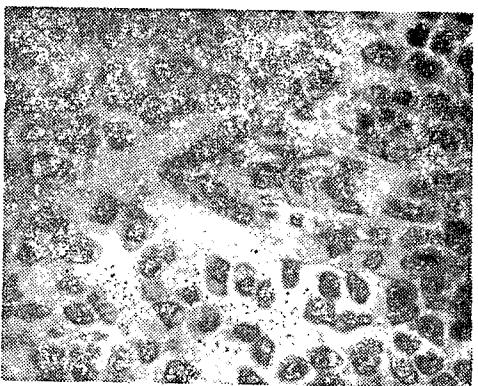
< Fig 3 >



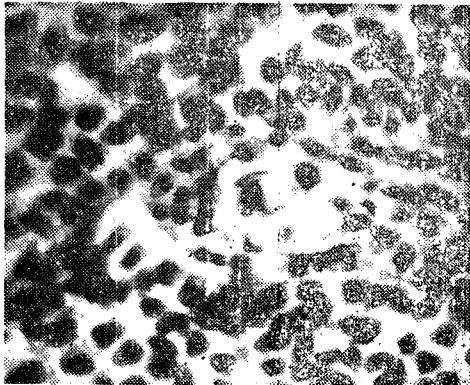
< Fig 7 >



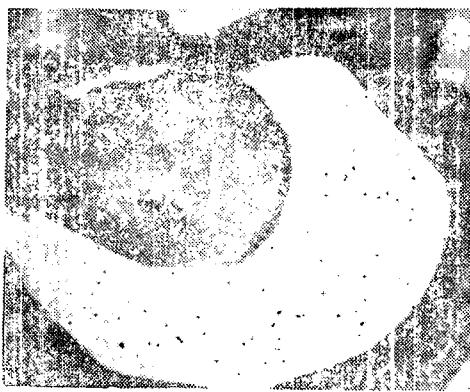
< Fig 4 >



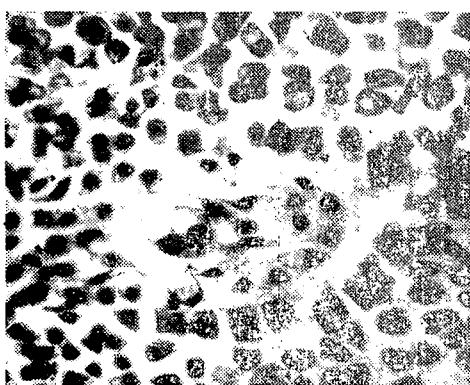
< Fig 8 >



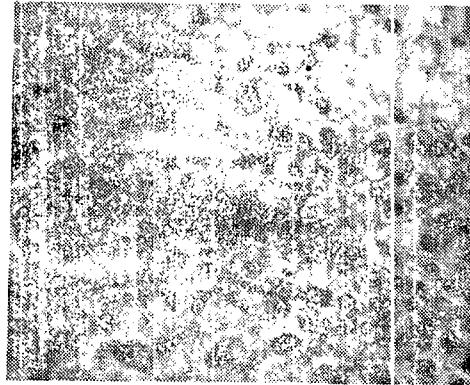
< Fig 9 >



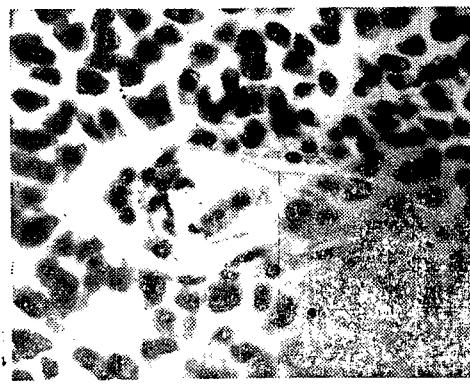
< Fig 13 >



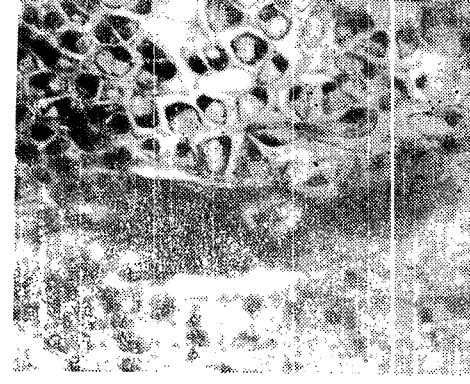
< Fig 10 >



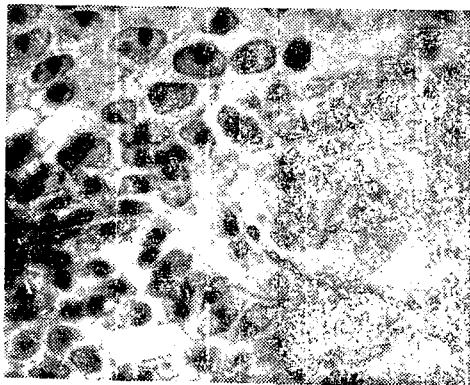
< Fig 14 >



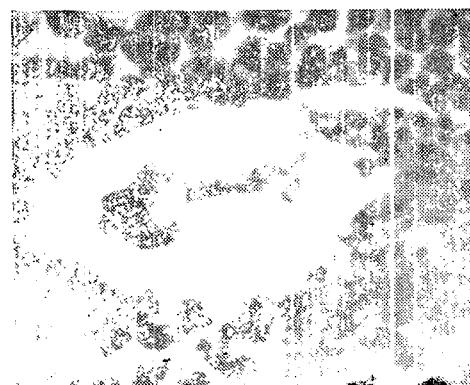
< Fig 11 >



< Fig 15 >



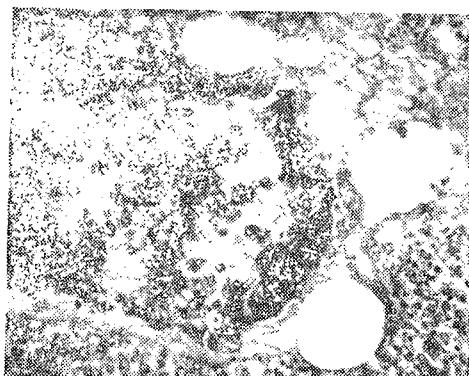
< Fig 12 >



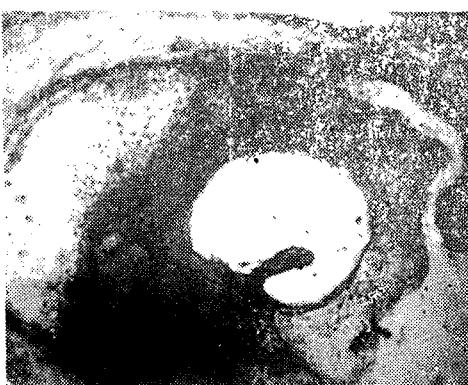
< Fig 16 >



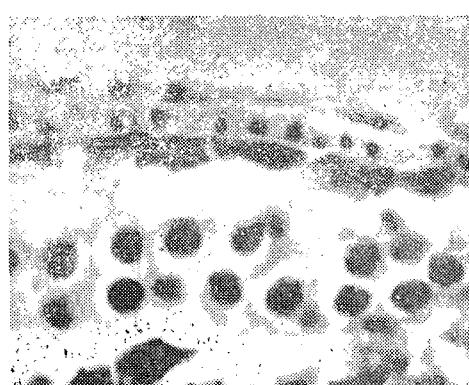
< Fig 17 >



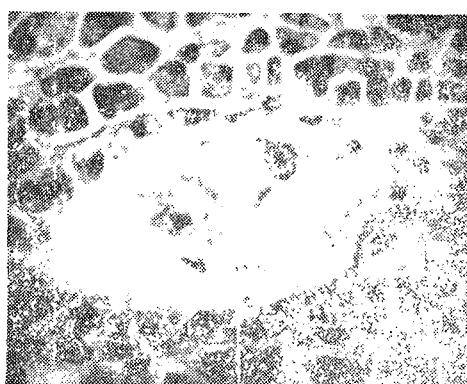
< Fig 21 >



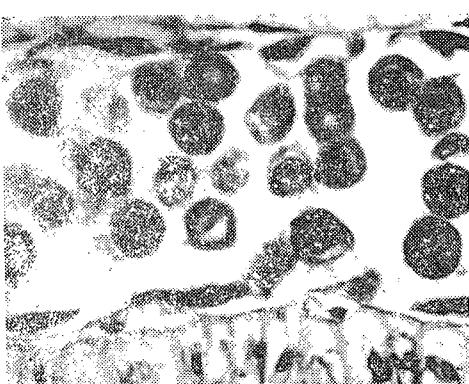
< Fig 18 >



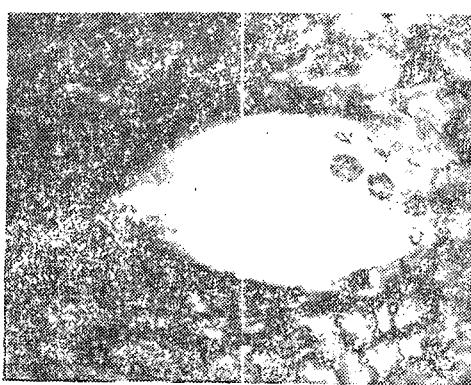
< Fig 22 >



< Fig 19 >



< Fig 23 >



< Fig 20 >