

## 交配實生(龍川뽕/改良뽕)의 生長點에 Colchicine 處理로 創성한 耐凍性系 4倍體뽕

朴 光 駿

農村振興廳 蠶業試驗場

### Cold-hardiness Tetraploid Induced by Colchicine Treatment in Mulberry Seedlings(*Morus alba* L. Yongchonppong/Kaeryanppong)

Kwang-jun Park

Sericultural Experiment Station, RDA, Suwon, Korea

#### Abstract

Four tetraploid mulberry lines, Sawonppong No.11, No.12, No.13 and No.14, were induced by the colchicine treatment on the shoot tips of seedlings originated from the cross between Yongchonppong and Kaeryanppong. The major characteristics of the tetraploid lines were as follows: Green tip sprouting stage was similar to Kaeryanppong, a medium budding variety. Leaves were medium- to large-sized cordate type. Leaf surface was rougher and stronger than that of the diploid parents. Leaf thickness, leaf area weight and leaf water content were higher than those of the diploid parents. Average branch length was shorter than that of the diploid parents. Internode length and number of lateral branches were similar to the average values of the two parents. Death atop rate of branch was 1.6~2.5% indicating strong cold-hardiness of the tetraploid lines. Therefore, these lines could be used as sources of cold-hardiness in developing triploid lines.

Key words : Mulberry variety, polyploidy,

#### 緒 論

재배뽕품종 중에 다수의 3배체품종이 존재하고 있는 것이 大澤(1916)와 Osawa(1920)에 의해서 밝혀진 이후 일본에서는 배수성에 관하여 많은 연구가 수행되어 왔다.

뽕의 배수체 誘導에는 colchicine이 주로 이용되어 왔는데 關, 押金(1953)는 뽕종자의 浸漬處理로, 東城(1963, 1966)은 實生幼苗의 生長點과 枝條頂端의 生長點 그리고 古條插木後 발아하는 冬芽에 摘下處理를 하여 同質4倍體를 育成하였으며, Katagiri(1975)는  $\gamma$ 線照射에 의한 돌연변이 및 4배체 유발과 동시에 뽕의 방사선 감수성에 관하여 연구하였다. 한편 關(1959)는 桑屬의 세포학적 연구를 통하여 日本列島

內에는 자연 4배성뽕은 존재 하지 않으나, 자연 3배성뽕은 122품종이 존재하는 사실과 함께 자연 3배성뽕의 發生原지에 관하여 보고하였다. 배수체뽕의 成分, 엽질 및 집목묘의 生長과 蠶木과의 상호관계등에 관하여는 關, 押金(1956, 1959, 1964), 同質 4倍體의 特性에 관하여는 東城(1966), 東城과 渡邊(1979)의 연구보고가 있다.

근래에 이르러 東城 등(1986)과 牧(1991)에 의해서 育成 4倍性系統을 交配親으로하여 우수한 3倍性 뽕品種이 育成되면서 그 栽培面積이 擴大되어가고 있다.

이상과 같은 연구에서 3배체와 4배체뽕은 엽질이 우수하고 환경에 대한 적응성과 병해충에 대한 저항성이 증대 되는 사실이 규명되고 특히 3배체뽕의 多收性이 확인되므로서 3배체 육종의 중요성이 재인식

되고 있다.

그러나 3배체의 創出은 육종목표에 맞는 4배성 素材를 전제로 가능하기 때문에 잠엽시험장에서는 1985年 이래 배수체 육성에 관한 연구를 하여 오던중 우리나라 재래뽕을 素材로 4배체를 창출하였기에 이를 보고하는 바이다.

## 材料 및 方法

倍數體 誘導를 위한 基本素材 즉 處理母品種은 耐凍性(cold-hardiness)이 극히 강한 우리나라 在來뽕인 龍川뽕과 良質多收性의 代表的 品種인 改良뽕이며, 이들간의 交配種子 200粒을 1985年 2月에 實驗室內에서 pot에 播種하여 發芽한 實生의 子葉이 開葉할때 부터 계속 5일간 1일 2번씩(9:00, 18:00) 0.2% colchicine 용액을 피펫으로 種子에서 發芽한 實生의 生長點에 滴下하였다.

處理個體 中 生存한 實生가운데서 일 表面에 毛茸이 많고 強剛感을 나타내는 個體에 대하여는 이듬해 봄에 圃場에 移植한 후 1990년부터 接木중식하고 1991~1993年間に 걸쳐 形質調査와 동시에 體細胞의 염색체를 관찰하였다.

染色體의 관찰은 頂端의 未開葉을 Farmer액으로 고정하고 Feulgen's squashing method로 염색하여 검정하였다.

特性調査는 蠶業試驗調査基準(1983)과 桑種苗特性調査基準(1982)에 準하였다. 다만 일두께조사는 1993년 晚秋期에 3年生의 忠實한 가지에 착생한 最大葉을 적엽하여 主脈과 側主脈사이에서 Hand section method로 10개의 切片을 調製하여 실제 현미경下에서 마이크로메타로 측정하였다.

4倍體로 확인된 계통 중에서 特性調査 결과 耐凍性이 뚜렷히 강하고 收量性도 비교적 높은 4倍體系統 K19, K35, K36, K45를 4原뽕 11號, 4原뽕 12號, 4原뽕 13號, 4原뽕 14號(이하 각각 11호...14호라함)로 계통명을 부여하여 금후 3배성 뽕품종육성을 위한 기초소재로 이용 할 수 있도록 하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 外部形態의 特性

#### 1) 4原뽕 11號

낫추베기 때의 樹型은 直立性이며 가지색은 회백색, 新梢는 녹색 내지는 연한 자색을 띤다. 잎모양은 中型的 缺刻이 없는 심장형이며 잎끝은 尖頭形, 잎밑은 낮은 心臟形에 耳朵形이 약간 섞여 있으며 잎가는

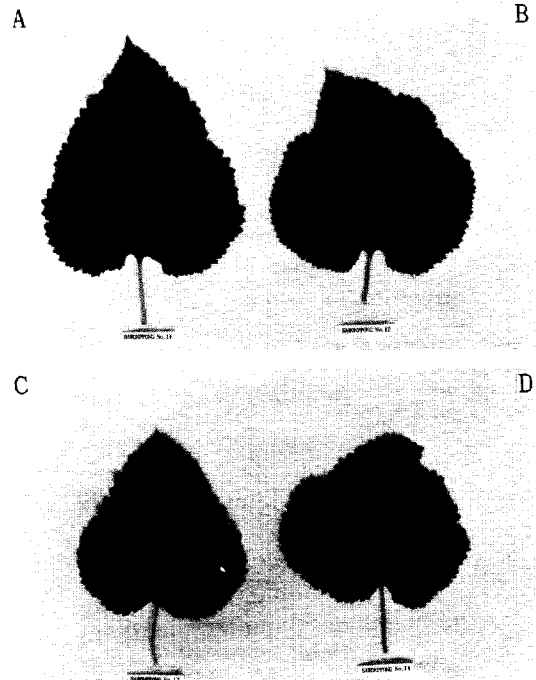


Photo 1. Leaf shape of tetraploid mulberry.

A: Sawonppong No. 11, B: Sawonppong No. 12,  
C: Sawonppong No. 13, D: Sawonppong No. 14.

銳鋸齒이다(사진 1A). 잎표면은 光澤이 다소있는 농록색으로 주름과 毛茸이 약간 있으며 잎의 橫斷面은 若內卷形이며 두껍다. 엽병길이는 보통으로 葉柄溝는 깊고 葉序는 2/5, 着葉角은 水平 내지는 若斜立性이다. 만추기에 잎의 硬化속도는 보통이고 生長정지기는 늦은편이며 오갈병발생은 거의 없다.

#### 2) 4原뽕 12號

낫추베기 때의 樹型은 직립성이며 가지색은 회백 청색이고 新梢에는 자색띠가 있다. 잎의 모양은 大型의 심장형으로 잎끝은 尖頭形, 잎밑은 深灣人形, 잎가는 치아상거치이다(사진 1B). 잎표면은 거칠고 주름이 많고 광택이 없는 농록색으로 잎의 橫斷面은 若內卷形이며 두껍다. 엽병의 길이와 엽병구의 깊이는 보통이며 2/5엽서로서 착엽각은 약사립성이다. 잎의 硬化속도는 보통으로 生長정지기는 늦다.

#### 3) 4原뽕 13號

낫추베기 때의 樹型은 직립성이고 가지색은 회색이다. 잎모양은 小型의 심장형으로 잎끝은 첨두형이며 잎밑은 약간 灣入하였고 잎가는 치아상거치이다(사진 1C). 잎표면의 주름은 보통으로 평활하며 약한 光

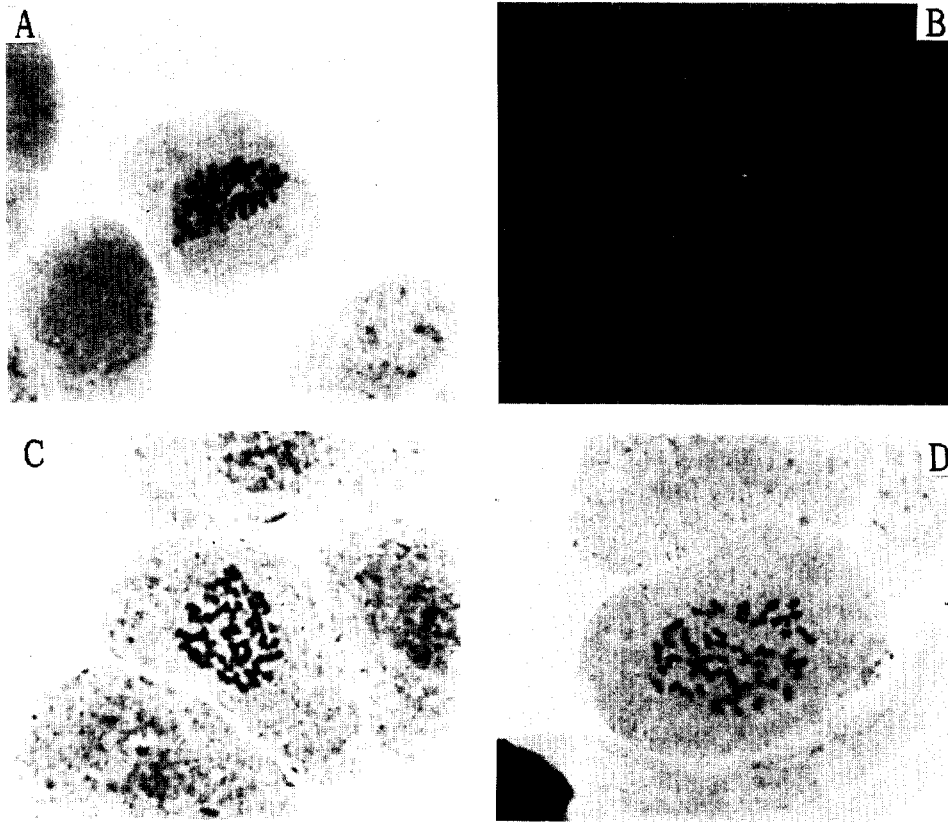


Photo. 2. Chromosomes of tetraploid mulberry.

Note 1) For symbols refer to photo 1. 2)  $2n=56$ ,  $x$  about 1.530.

澤이 있는 록색이며 횡단면은 若內卷形으로 잎두께는 보통이다. 엽병은 길고 엽병구는 낮으며 2/5엽서로서 착엽각은 가지상단의 잎은 斜立性이지만 가지중간 이하의 잎은 水平 또는 下垂性이다. 晩秋期에 잎의 경화와 伸長停止期는 중간정도이다.

#### 4) 4原浬 14號

낙추베기 때의 수형은 직립성이고 가지색은 회청색이며 싹은 록색이다. 잎모양은 大型으로 缺刻이 전혀 없는 심장형이며 잎끝은 침두형, 잎밑은 낮게 灣入하고 잎가는 乳頭狀鋸齒이다(사진 1D). 잎표면은 주름이 많은 편으로 거칠며 모용이 다소 있고 광택이 없는 농록색이다. 잎의 횡단면은 平面내지 若內卷形으로 두께는 보통이다.

엽병은 길고 엽병구는 낮으며 착엽각은 下垂性이며 엽서는 2/5이다. 晩秋期 잎의 경화 속도는 보통이며 신장정지기는 늦은 편이다.

## 2. 細胞學的 觀察 및 花性

11號, 12號, 13號, 및 14號에 대한 體細胞의 核分

裂과 染色體數를 관찰한 결과 4계통 모두 핵분열은 정상으로 이루어지고 염색체수는  $2n=56$ 인 4倍體이었다(사진 2).

花性은 모두 雌性으로 捻性은 보통이며 花穗의 수는 13號는 많으나 14號는 보통정도이며 11號는 적은 편이고 12號는 매우 적다.

## 3. 生態的 特性

### 1) 發芽開葉期

4倍性 系統別 冬芽의 발아개엽기는 표 1과 같으며, 이를 交配母品種인 용천뽕과 개량뽕에 비교하면 다음과 같다. 즉 12號는 싹틀때는 용천뽕 보다는 4일 늦고 개량뽕보다 1일 늦으나 싹튼이후 발육속도가 빠르기 때문에 5잎필때는 개량뽕과 동일하였다. 11號, 13號, 및 14號는 싹틀때는 용천뽕과 비슷하고 개량뽕보다 2~3일 빠르며, 5잎필때는 13號 및 14號는 개량뽕과 동일하고 4原浬11號는 2일 빠르다.

일반적으로 4倍性浬은 誘導處理前의 2倍性 母樹에 비하여 싹틀때는 늦고 그이후 發育伸長이 빠른것이

**Table 1.** *Development of winter buds in spring*

Strain	Green tip sprouting stage	Sprouting stage of the bud showing swallow-bill shape	Opening stage of the 5th leaf	Required days for the 5th leaf opening
Sawonppong No. 11	Apr. 18	Apr. 24	May 5	17 days
Sawonppong No. 12	Apr. 22	Apr. 28	May 7	15 days
Sawonppong No. 13	Apr. 18	Apr. 25	May 7	19 days
Sawonppong No. 14	Apr. 19	Apr. 26	May 7	18 days
Yongchonppong	Apr. 18	Apr. 25	May 5	17 days
Kaeryangppong	Apr. 21	Apr. 27	May 7	16 days

**Table 2.** *Branch characteristics and death atop rate*

Strain	Average branch length	No. of branch per bush	No. of lateral branches per longest branch	Inter-node length	Ratio of branch diameter to branch length	Death atop rate
Sawonppong No.11	103 cm	9.6	2.9	3.8 cm	1.32 %	2.5 %
Sawonppong No.12	109	8.8	0.5	4.3	1.50	1.7
Sawonppong No.13	115	10.4	2.3	2.6	1.27	1.6
Sawonppong No.14	113	10.6	0.7	4.1	1.42	2.3
Yongchonppong	144	11.9	4.4	4.9	1.05	5.8
Kaeryangppong	133	9.8	1.1	2.5	1.04	8.8

特徴이지만(東城, 1966), 이 연구에서는 交配實生(용천뽕/개량뽕)을 處理母樹로 供試하였기 때문에 獨特한 경향을 나타내지는 않고 있다.

## 2) 가지의 構成과 耐凍性

夏伐後에 生長한 4倍性 뽕나무의 가지구성과 가지끝마름율 등은 表 2와 같다. 4倍性系統은 兩交配親보다 평균가지길이는 모두 짧고 가지수는 양교배친의 中間程度이다. 側枝의 발생은 4原뽕 12號는 거의 없으나 其外의 系統은 兩交配親의 中間程度이다. 마디사이 길이는 용천뽕보다는 짧고 개량뽕보다는 길며

상대적 가지굵기 즉 가지길이에 대한 가지굵기의 백분율은 모든 4배성계통이 兩交配親보다 높다.

이와 같은 特性은 東城(1966)이 밝힌 바와 같이 4배체는 세포분열 속도가 늦으므로 가지의 伸長力이 2배체보다 떨어져서 일어나는 현상이다. 그러나 東城(1966)은 生長 中間段階의 시기에는 4배체가 2배체보다 伸長力이 떨어지지만 生長後期 또는 旱魃과 같은 不良環境에서는 生長속도가 오히려 빠르다는 生理的 特性을 보고한바 있다.

冬期の 酷寒에 대한 저항성 즉 耐凍性(cold hardi-

Table 3. Features of leaves in autumn

Strain	Leaf Length (A)	Leaf width (B)	B/A	Leaf thickness	Leaf area weight		Water content
	cm	cm	%	μm	gFW/dm <sup>2</sup>	gDW/dm <sup>2</sup>	%
Sawonppong No.11	20.0	19.0	95	168	2.18	0.59	73.1
Sawonppong No.12	25.3	26.6	105	233	2.15	0.66	69.3
Sawonppong No.13	16.8	15.8	94	204	2.06	0.66	67.7
Sawonppong No.14	22.0	23.3	106	145	2.09	0.65	68.8
Yongchonppong	21.6	17.5	81	104	1.65	0.55	66.4
Kaeryangppong	17.2	15.5	90	143	1.87	0.66	64.9

ness)의 指標로 이용되는 가지끝마름율은 1.6~2.5%로서 모든 4배성계통이 既往의 대표적인 내동성 품종이며 이연구에서 交配雌親樹로 이용한 용천뽕 보다도 크게 낮아서 강한 내동성을 나타내고 있다.

이와 같은 生理的 特性은 東城(1969)이 밝힌 바와 같이 4배체가 2배체보다 木化速度가 빠르고 木化比率이 높으며, 休眠에 드는 시기가 이르다는 사실이 뒷받침되고 있다.

3) 잎의 크기, 두께 및 面積重

夏伐後에 生長한 4倍性 뽕나무의 잎의 特性은 表 3과 같이 잎의 크기는 13號를 제외하고는 모든 4배성계통이 양교배친수보다 大型葉이며 葉長 對 葉幅比, 잎두께, 잎면적중(생물)도 높았다. 그중 12號, 및 13號는 잎두께가 특히 두꺼워서 厚葉性 育種素材로서 有望하다. 乾物 1면적중은 生物 1면적중과는 달리 두 교배친수와 大同小異한 것은 뽕잎의 水分率差에 기인 된것이다.

이와 같은 뽕잎의 特性은 冬芽, 기공, 모용, 엽병, 마디사이길이 등의 形質과 같이 4倍體의 典型的인 Gigas 型現象인 것이다.

4) 뽕잎의 飼料的 利用性

關 및 押金(1959)는 4배체뽕은 일반적으로 3배체 또는 2배체뽕에 비하여 葉質이 우수한 것으로 보고 하였는데, 이 연구에서 創성한 4배체계통의 잎은 두껍고 잎면적중 및 수분율 등이 높은 점은 우수한 葉質的 要素이지만, 잎의 표면 觸感이 거칠고 強剛感을 나타내는 등으로 보아 누에의 사료가치는 普通의 水

準일 것으로 판단된다.

5) 收量性

一芽根接으로 增殖하여 圃場에 定植한 후의 2年次(1992년)와 3年次(1993년)의 收量性은 表 4와 같다.

年間 正葉收量은 12號는 交配母品種인 개량뽕과 용천뽕보다 각각 11%, 20% 增收되고 있으나 14號는 兩交配親에 비슷하며 11號, 13號는 減收되었다. 蠶期別로는 모든 계통이 춘잡기 수량이 추잡기보다 많았다.

條桑量에 대한 新梢葉量比率과 新소엽량에 대한 正葉量比率은 表 5와 같다.

新소엽량비율은 65.1% 이상으로 모든 4배성계통이 兩 母品種보다 높았으며 특히 12號는 72.3%로 가장 높았다. 정엽량비율은 13號가 82.3%로 가장 높고 11號, 13號 및 14號는 모품종과 비슷하였다.

4倍體뽕은 2倍體뽕에 비하여 잎의 크기, 두께, 엽병의 크기가 巨大化되고, 가지는 肥大하여지지만 伸長生長이 떨어지기 때문에 收量性이 낮은 것이 일반적이다. 그러나 東城(1966)이 보고한 바와 같이 가지의 總體的 伸長力은 2배체 보다 약간 떨어지지만, 잎두께와 잎면적의 增加가 현저한 경우에는 收量性이 이례적으로 높은 4배체뽕이 있을 수 있으므로, 前述한 4原뽕 12號는 3倍體 育成素材뿐 아니라 직접적인 實用化研究의 素材가 될 수도 있다.

摘 要

용천뽕에 개량뽕을 교배하여 채종한 種子가 發芽

**Table 4.** Leaf yields in spring and in autumn rearing seasons

(Unit: kg/10a)

Strain	Spring		Autumn	Year	
	Young shoots	Leaves	Leaves	Leaves	Index
Sawonppong No.11	1,059	844	519	1,363	81 ( 90)
Sawonppong No.12	1,338	1,104	716	1,820	111 (120)
Sawonppong No.13	830	638	604	1,242	76 ( 82)
Sawonppong No.14	1,046	857	740	1,597	97 (105)
Yongchonppong	1,110	868	648	1,516	92 (100)
Kaeryangppong	1,013	809	835	1,644	100 (108)

( ) : Values relative to Yongchonppong.

**Table 5.** Young shoot ratio and leaf ratio in spring

(Unit: %)

Strain	Sawonppong No. 11	Sawonppong No. 12	Sawonppong No. 13	Sawonppong No. 14	Yongchonppong	Kaeryangppong
Young shoot ratio	69.0	72.3	65.1	67.7	61.9	60.0
Leaf ratio	79.6	82.3	76.6	81.8	78.1	80.6

하는 生長點에 0.2% colchicine 용액을 摘下處理하여 4배성인 4原뿔 11號, 12號, 13號 및 14號를 創成하였으며 그 主要特性은 다음과 같다.

1. 이른봄의 발아개엽기는 개량뿔과 비슷한 중뿔이다.
2. 잎은 大型 또는 中型의 심장형이며 表面은 強剛感이 있으며, 잎두께, 잎면적중, 수분율이 2배체에 비하여 증가되었다.
3. 2배體인 交配母品種에 비하여 평균가지길이는 짧고 마디사이길이와 측지수는 두 모품종의 중간정도이었다.
4. 가지끝마름율은 1.6~2.5%로서 강한 耐凍性(cold hardiness)을 나타내고 있으므로 耐凍性이 강한 3배體 育成素材로 有望하다.

### 引用文獻

**Katagiri, K.** (1975) Radiosensitivity, Mutation and Tetraploid Induction in the Gamma-Ray-Irradiated Growing Shoots in Mulberry, *Morus alba* L. J. sericult. Sci. Japan : 461-468.

**大澤一衛** (1916) 桑に關する細胞學的並びに實驗的研究, 蠶試報 1 : 215-300.

**Osawa, I.** (1920) Cytological and experimental studies in *Morus* with special reference to triploid mutants. Bull. Imp. Ser. exper. Stat. Japan, 1 : 317-369.

**牧音榮** (1991) ゆきあさひ(桑農林14號), 技術資料 第124號 : 1-9. 北陸農業試驗場

**農林水産技術情報協會** (1982) 桑種苗特性分類調査報告 : 1-35.

**農村振興廳** (1983) 農事試驗研究調査基準 : 309-312.

**關博夫·押金健吾** (1953) コルヒチン處理により育成した四倍性桑樹について, 信大織學研報(3) : 11-17.

**關博夫·押金健吾** (1956) 4倍體桑樹における桑葉の化學的成分について, 日蠶雜, 25 : 191 (要旨).

**關博夫·押金健吾** (1959) 育成倍數性桑葉の葉質判定並びに蠶兒飼育成績, 信大織學研報(9) : 6-15.

**關博夫** (1959) 桑屬の細胞學的研究, 信大織學紀要, (20) : 1-91.

**關博夫·押金健吾** (1964) 接木苗の生長に及ぼす素木の影響, 日蠶雜 33(5) : 365-376.

**東城功** (1954) Colchicine 處理に得たる桑樹の染色體數, 日蠶雜, 23 : 278.

**東城功** (1963) 桑の實生苗にコルヒチン處理を行なつて得られた同質4體, 日蠶雜 32(1) : 34-36.

東城 功 (1966) 桑の倍數體に關する研究 I. 同質 4倍體の育成, 蠶試報 20 (3) : 187-205.

東城 功 (1966) 桑の倍數體に關する研究 III. 同質 4倍體の形態および葉の生長, 水分について, 蠶試報 20 (3) : 221-230.

東城 功 (1969) 桑の倍數體に關する研究 V. 同質倍數體

の發芽について, 日蠶雜 38 (1) : 28-34.

東城 功・渡邊四志榮 (1979) 同質 4倍體桑樹の堅さについて, 日蠶雜 48(4) : 313-318.

東城 功・渡邊四志榮・早坂七郎 (1986) 3倍性桑品種“しんけんもち”及“びあおはねすみ”の育成, 蠶試報 30(2) : 152-250.