

信州大学繊維学部附属農場における クワ遺伝資源の保存と評価

押金健吾・茅野誠司・柳沢勝人・池田佳子

信州大学繊維学部附属農場

本邦に現存するクワ品種は野桑を含めおよそ1,200といわれ、貴重な遺伝資源である。クワ品種の成因をみると、古くは農家が育種家の役目を果し、その土地に適したクワとして選出され、優良桑の名のもとで蚕児飼育に用いられていた。クワ品種の第1号は、元和年間(1615-1621)に選出された「吉之亟早生」(後に柳田と改名)という3倍体であった(1)。このようにクワ育種の歴史は極めて古く、養蚕史を飾るものと言っても過言ではない。

クワの育種法として考えられるものは、①自然・人為交雑実生中よりの優良桑の選抜育成する方法。②自然芽条変異物を選抜育成する方法。③倍数体を育成する方法。④バイオ技術により純系種、体細胞雑種、形質転換種を育成する方法、などである。

本学部附属農場の桑園の歴史は古く、上田蚕糸専門学校(1910)当初から何らかのクワ品種が植付けられていたことを考えると、80有余年の才月を刻むことになる。また、クワ品種の見本園としての形態を備えたのは大正末期から昭和初期にかけ遠藤保太郎博士によるものと思われ、クワ育種に関する貴重な素材が保存されていたことを考えると、その評価は高い。

附属農場の押金研究室(旧栽桑学関研究室も含め)は1948年以來、クワの育種に関する研究に従事し、優良形質を付与した3、4倍体の育成と実用試験の結果からも、人為倍数性桑樹の育成はわが国クワ育種における嚆矢であったとも言える。

昨今におけるグローバルな植物遺伝資源の収集、保存、評価推進の観点から、当附属農場に栽植されている数多い品種群や倍数性桑の植籍を明らかにすることは、今後におけるクワ育種をはじめ、生理、生態学的研究を支える有力な手がかりとなるものと考え、品種保存の実態と倍数性桑の育成経過および植籍を明らかにする必要から本稿をまとめ、その資料とした。

I. クワ遺伝資源保存園における栽植品種の実態

既存品種および一部育成倍数性桑が栽植されている保存園の区画図は次の通りである(図1)。

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX

図1. クワ遺伝資源保存園栽植図

図1に示した区画別の栽植クワ品種は次の通りである。

第I区画

末広、多野桑、菊葉、玉光、間物、小判早生、光丸、孫佐エ門、矢留、遠州高助、緋縮緬、新井、水原、万里桑、大大和、直立、島村、桐里、大宝珠、四方咲、四五八、相模コボレ、改良四方咲、佐市、織No.414、吉野木、山口早生1号、三島、扶桑丸、老人島、碓氷野桑、赤梢、重兵衛桑、大久保桑、南京早生、赤油木、城下、改良早生十文字、魯八、織No.403、白玉、鈴木早生、白鼠返、石田桑、艶丸、小播、露国野桑、荆桑、恵比寿、通元桑、霜不知、桑一、富源桑、山田早生四郎

第II区画

崇重桑、柄無桑、水潜、織No.409、丹波太郎、久佐エ門コボレ、丹波市平、嘉八、白牛旁、金城、四方、八幡桑、大早生、高助、金屋岩黒、夕霧、長五郎、黒木市平、大葉桑、佐位一、坂本、本大和、青芽高橋、丹波丸、黒コボレ、佛国ルー、梨子地、飛弾桑、金子、四ツ目、魯桑、石川県芭蕉、洋桑、六ノ丞、収穫一、黒早生、彦次郎、白庄土、光沢金コボレ、長沼、久保田早生、北海一、砂川晩桑、三木野コボレ、国富、六郎早生、椿桑、昆沙門、女十文字、伊達市平、鼈甲、平次郎、利桑早生十文字、谷風

第III区画

畔倒し、簇木、人參桑、大桑、大金桑、権七コボレ、豊国桑、白桐木、大葉太郎、銀竜、魯桑丸葉、仲間木、十島、市平、新桑1号、黒十文字、巾着桑、甲選、清桑、白真門、扶桑錦、*M. Indica*、中田桑、天城野桑、復興桑、織No.422、織No.404、福永、白椿、清国野桑、小島早生、赤木市平、米国2号、黒桐木、丸葉、青木庄土、金竜、御国桑、甘楽桑、枝垂国富、錦桑、姫鶴、両面桑、布袋、碧海大葉、コキ桑、徳川、北35号、鬼ヶ城、和歌浦、清作、福井県彦次郎、春白、中島早生

第IV区画

神座、鬼ヶ島、青木コボレ、あおばねずみ、赤芽熊鷹、勘七、黒コボレ、唐桑、八丈桑、セキザイソウ、山形県丸葉、剣持、米桑2号、入山高助、新桑2号、米国1号、枝垂、笹桑、三ツ目桑、御所選、緑玉、昔大和、白コボレ、丹波赤木、日蓮桑、母恋、千松、赤甲撰、米国21号、一ノ瀬、栗桑、ロシア、利助桑、フランス、安曇桑、荒川、大津、ベツ甲、正司、大黒桑、春色桑、疑冬、ゲボー桑、富貴桑、黒木晩桑、早丸桑、赤多胡、フキレ陣場、乱桑、島の内、鼠返、愛国、青芽魯桑、姫桑

第V区画

高井早生、天竜、金吹桑、八重桑、月丸、水沢、大紅葉、カニコボレ、黒梢、和泉、山形国富、

豊後桑、矢島、丹波木、細枝、丹波国富、山口早生、千代桑、たちばな早生、八寸桑、明治丸葉、国桑70号、改鼠、魁早生、枝垂権七、亀桑、達摩、赤軸桑、登竜桑、織No.307、四方丸、勘平、群光桑、宝田十文字、秋雨、高尾桑、加納、藤平、岩瀬、札幌桑、東錦、白石、坂東、日本錦、西大和、黒庄土、吉徳、陣場、群馬坂東、芭蕉、上田早生、青魯桑、カニメ、牡丹丸

第VI区画

清十郎、紫早生、赤枝垂、安中桑、黒芽大和、八ッ房、空桑、与平、白芽熊鷹、高橋、七福桑、九紋竜、平安前川、和泉桑、大葉田中、越後青軸、菊葉山梨、控桑、赤芽魯桑、截小縮緬、清七、茂平コボレ、青木、白芽竜、万年桑、赤芽柳田、臥竜桑、フィカス(2x)、白コボレ、弁天、仲選、多胡早生、弥平太、師走桑、相模早生、大玉光、武田十文字、大縮緬、十文字、山野、柳田、根紫、白早生、ミキノ、大宝、伊三間木、赤材桑、カタネオ、強国、大葉男山、赤木、深山木、国立、久平

第VII区画

織No.320、織No.404、No.25(東城)、シマグワ、羽衣、しんけんもち、ゆきしらず、わせみどり、かんまさり、ふかゆき、鶏冠桑、百足桑、清治郎、石真桑、牛旁、狩野桑、龍眼、加茂桑、元右エ門、伊那桑、丹波源五郎、真門、奥州桑、管市、五郎治、赤芽小節、鶴田、織No.415、織No.316、織No.427、野桑(追分)、織No.340、大葉風返、織No.416、織No.452、織No.418、織No.406、織No.401、織No.435、織No.446、織No.332、織No.429、織No.320、織No.304、織No.443、織No.442、織No.451、織No.405、織No.434、織No.426、織No.334、織No.317、織No.402、織No.311

第VIII区画

La(2x)×21(2x)、織No.315、島の内、織No.431、織No.452、nigra(22x)、千曲大葉、織No.304、MK19、長野大葉、織No.325、フィカス、織No.334、織No.322、K(♀)、織No.322、織No.319、No.251(東城)、K51、No.28(東城)、織No.314、織No.303、K(♂)、織No.334、織No.316、織No.335、織No.442、全芽桑、上條、半、三五夜、尾張高助、古川桑、玉名風返、K61、織No.426、改一、織No.423、織No.439、織No.403、織No.313、織No.309、織No.448、織No.339、織No.333、織No.302、織No.404、織No.307、織No.420、織No.318

第IX区画

但島敬桑、ベトナム桑、みなみさかり、カタヤナ、マルチカオリス、スリランカ、ベトナム桑、カタネオ、織No.335、織No.340、織No.341、織No.442、織No.453、織No.312、織No.342、織No.454、織No.437、織No.456、織No.340、N×21(2x)、Fi(2x)×Kai、織No.339、織No.455、織No.312、織No.445、川浦

〔註〕なお、織No.で示したものの具体名は後述の育成倍数性桑の項で示す。

以上の栽植品種中、織Noを付したものとおよび高次倍数個体の365品種における自然3倍体は柳田をはじめとして計85品種存在し、系統別にはヤマグワ系が60、カラヤマグワ系10、ログワ系12、その他系統不明が3品種である。他の280品種はいずれも2倍体である。

II. 倍数性桑の育成とその栽植実態

1948年以来倍数性育種により3、4倍体を主に育成した倍数性桑の植籍を以下に示す。

1. 3倍性桑の育成過程

3倍体の育成年度とその方法は次表の通りである。(表1)

第1表 3倍体の育成年度と方法

品種番号	育成年度	育 成 方 法
織No.301	1951	野 桑 (上田市太郎山頂) より選出した3倍体
〃 302	〃	多胡早生 (4x) × 改良魯桑 (2x) の3倍交雑種
〃 303	1952	〃 (〃) × 改良鼠返 (2x) の 〃
〃 304	〃	〃 (〃) × 長 瀬 (2x) の 〃
〃 305	1954	織No.401 (4x) × 改良鼠返 (2x) の 〃
〃 307	1955	一ノ瀬 (2x) × 織No.402 (4x) の 〃
〃 309	〃	柄無桑 (2x) × 織No.402 (4x) の 〃
〃 311	〃	織No.401 (4x) の自然雑種より選出
〃 312	〃	鼠 返 (2x) × 織No.403 (4x) の3倍交雑種
〃 313	1956	御国桑 (2x) × 織No.402 (4x) の 〃
〃 314	〃	多胡早生 (4x) の自然交雑種より選出
〃 315	〃	剣 持 (2x) × 織No.402 (4x) の3倍交雑種
〃 316	〃	ラージ桑 (2x) × 織No.402 (4x) の 〃
〃 317	〃	多胡早生 (4x) の自然交雑種より選出
〃 318	1958	御国桑 (2x) × 織No.406 (4x) の3倍交雑種
〃 319	〃	ラージ桑 (2x) × 織No.406 (4x) の 〃
〃 320	〃	織No.404 (4x) の自然交雑種より選出
〃 321	〃	ラージ桑 (2x) × 織No.413 (4x) の3倍交雑種
〃 322	〃	一ノ瀬 (2x) × 織No.410 (4x) の 〃
〃 323	〃	フィカス (2x) × 織No.410 (4x) の 〃
〃 325	1959	〃 (〃) × 織No.413 (4x) の 〃
〃 326	〃	一ノ瀬 (4x) × 改良鼠返 (2x) の 〃
〃 329	1960	織No.414 (4x) × 国桑21号 (2x) の 〃
〃 330	〃	織No.405 (4x) × 改良鼠返 (2x) の 〃
〃 331	〃	剣 持 (2x) × 織No.406 (4x) の 〃
〃 332	〃	フィカス (2x) × 織No.406 (4x) の 〃
〃 333	〃	〃 (〃) × 織No.413 (4x) の 〃
〃 334	〃	〃 (〃) × 織No.402 (4x) の 〃
〃 335	1961	織No.416 (4x) × 改良鼠返 (2x) の 〃
〃 336	〃	織No.404 (4x) の自然交雑種より選出
〃 337	〃	織No.414 (4x) × 改良鼠返 (2x) の3倍交雑種
〃 338	〃	長野大葉 (2x) × 織No.406 (4x) の 〃
〃 339	〃	鼠 返 (2x) × 織No.413 (4x) の 〃
〃 340	1965	フィカス (2x) × 織No.451 (4x) の 〃
〃 341	〃	織No.451 (4x) × 改良鼠返 (2x) の 〃
〃 342	〃	織No.451 (4x) × 大島桑 (2x) の 〃
計		36

2. 4倍性桑の育成過程

4倍体の育成年度とその方法は表2の通りである。

第2表 4倍体の育成年度と方法

品種番号	育成年度	育 成 方 法	
		コルヒチン処理	4倍交雑
織No.401	1948	改良鼠返(2x)の自然交雑種子(2x)浸漬処理	
" 402	"	鼠返(2x)の " (A)	
" 403	"	" の " (B)	
" 404	1952	柄無桑(2x) " "	
" 405	"	ラージ桑(2x)の芽先成長点滴下処理	
" 406	"	国桑21号(2x)の " "	
" 407	"	改良鼠返(2x)の " "	
" 408	"		織No.401(4x)×織No.402(4x)
" 409	"		織No.401(4x)×織No.403(4x)
" 410	"		多胡早生(4x)×織No.402(4x)
" 413	1956	長瀬(2x)の芽先の滴下処理	
" 414	"	露国野桑(2x)の自然交雑種子(2x)浸漬処理	
" 415	1957	国桑27号(2x)の芽先の滴下処理	
" 416	"	一ノ瀬(2x)の " "	
" 418	1958		織No.405(4x)×織No.406(4x)
" 419	"		織No.414(4x)×織No.402(4x)
" 420	"		織No.414(4x)×織No.406(4x)
" 422	"		織No.405(4x)×織No.407(4x)
" 423	"		織No.414(4x)×織No.413(4x)
" 424	"		織No.401(4x)×織No.413(4x)
" 426	"		織No.401(4x)×織No.406(4x)
" 427	"		多胡早生(4x)×織No.406(4x)
" 429	1959	大葉鼠返(2x)の芽先の滴下処理	
" 431	"		織No.405(4x)×織No.407(4x)
" 434	"		織No.401(4x)×織No.410(4x)
" 435	"		織No.414(4x)×織No.407(4x)
" 437	"		織No.416(4x)×織No.413(4x)
" 439	1961	剣持(2x)×十島(2x)の2倍体芽先の滴下処理	
" 440	"	剣持(2x)×長五郎(2x)の " "	
" 442	"		織No.416(4x)×織No.406(4x)
" 443	"		織No.416(4x)×織No.410(4x)
" 445	"		織No.416(4x)×織No.404(4x)
" 446	"		織No.408(4x)×織No.402(4x)
" 447	"		織No.401(4x)×織No.407(4x)
" 448	"		織No.404(4x)×織No.410(4x)
" 449	"		織No.423(4x)×織No.415(4x)
" 451	1963	大島桑(2x)の芽先の滴下処理	
" 452	1986	フィカス(2x)の " "	
" 453	1989		織No.452(4x)×織No.451(4x)
" 454	"		織No.452(4x)×織No.406(4x)
" 455	"		織No.416(4x)×織No.451(4x)
" 456	"		織No.405(4x)×織No.451(4x)
" 457	1991	シマグワ(2x)の茎頂培養のコルヒチン処理	
計		17	26

3. その他、諸倍数性桑の育成過程

(a) 5、6倍性桑：1955年、一ノ瀬(2x)に織No.402(4x)の雄花穂をコルヒチン処理して得られた花粉を交雑して5倍体(2n=70)を育成したほか、1961年、3・6xの混数性桑(MX3-VI)の自然雑種より5倍体を選抜育成した。また1961年市平(3x)の芽先(生長点)のコルヒチン滴下処理により6倍体(2n=84)を育成したが、その後の生育環境に適さず枯死し現在は存在しない。

(b)混数性桑：1948年より1961年にわたり、2、3、4、5倍体の種子および芽先のコルヒチン処理により、(2x・4x)、(3x・6x)、(4x・8x)、(5x・10x)など23個体の混数性桑樹を育成したが、この中で1948年に露国野桑(2x)の自然交雑種子(2x)のコルヒチン浸漬処理による23CRY4桑(2x・4xの混数体)のみが現存し、他の混数体は育成数年後に枯死した。23CRY4桑は矮態で多数の椀(実)を着生し、収穫も容易で食品加工(ジャム)用として珍重されている。

(c)ケグワ系4、5、6倍性桑：ケグワ(6x)は雌雄異株の6倍体であるが、これを交雑親として育種した。1950、1952の両年、一ノ瀬(2x)×ケグワ(6x)の4倍交雑によりK41を育成したのを始め、水沢、荆桑、御国桑、長沼、柄無桑、心白、大島桑の各2倍体との4倍交雑からそれぞれの4倍体を育成した。また、1955年ケグワに一ノ瀬(2x)の花粉を授粉した正交雑から4倍体を、1958年織No.401(4x)とK41(4x)との交雑による織K51を育成した。つぎに1953年から1958年にかけて多胡早生(4x)、織No.401(4x)とケグワとの5倍交雑より5倍体(2n=70)を育成した、さらに1961年ケグワの雌株にケグワの花粉を授粉させた6倍交雑から織K61の6倍体を育成した。

これらのケグワ系倍数体はいずれもケグワの特征的形質である毛茸を葉面に持ち、樹皮は青灰白色で親と類似している。なかでも織K51と織K61の椀は長大の赤紫色を呈し、糖度も高く美味で生食用に適している。

以上、3、4倍体を主とした育成倍数性桑樹の植籍(戸籍)を述べたが、育成年度時から暫くの期間は順調に生育したのも、環境の変化に順応できず植籍から脱落した品種も多く(品種番

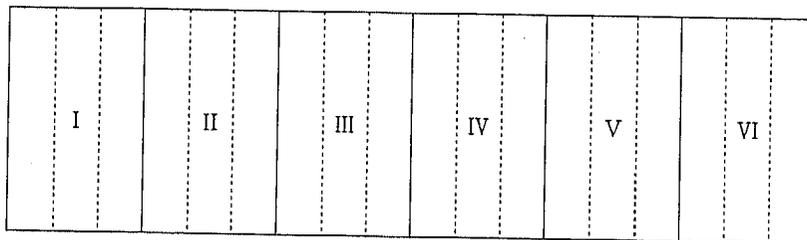


図2、倍数性品種保存園栽植図(1)

号の欠落しているもの)、35~40余年の経緯からみた遺伝資源の流失に惜念の感を覚える。

これら各種倍数性品種の栽植状況を倍数性育種園の区画図(1、2)における品種別実態およびケグワ遺伝資源保存園栽植図のVII、VIII、IXで示す。

図 2 に示した区画別の倍数性品種は次の通りである。

第 I 区画

La(2x)×21(2x)、絨No.440、絨No.321、絨No.423、絨No.302、毛桑(6x)、絨No.315、絨No.406、4 TW、絨No.442、絨No.416、col 水内桑、絨No.329、col 野桑(沓掛)、T₃(野桑)、絨No.422、col 剣持、絨No.440、col 野桑(追分)

第 II 区画

絨No.331、絨No.316、絨No.415、絨No.435、col 野桑(追分)、柄無(2x)、col 長野大葉、絨No.311、毛桑(岡山)、絨No.307、絨No.316、絨No.404、Ficus、col 改一、col 島の内、絨No.426、絨No.423、絨No.418、絨No.333、絨No.317、絨No.422、絨No.439、col 野桑(追分)

第 III 区画

絨No.424、col フィカス、T2(野桑)、絨No.429、col 野桑(すぐり)、絨No.304、絨No.309、絨No.307、絨No.319、絨No.403、絨No.439、絨No.322、col 野桑(追分)、絨No.427、絨No.314、絨No.333、絨No.420、絨No.415、絨No.405

第 IV 区画

絨No.416、絨No.316、絨No.442、絨No.440、絨No.338、絨No.303、絨No.446、絨No.316、絨No.434、絨No.318、絨No.317、絨No.304、毛桑、絨No.322、絨No.404、絨No.333、絨No.429、絨No.415

第 V 区画

絨No.320、絨No.332、絨No.419、絨No.439、絨No.440、絨No.313、絨No.426、絨No.424、絨No.429、絨No.422、絨No.321、絨No.420、絨No.331、長野大×21(2x)、絨No.443

第 VI 区画

絨No.448、K61、Ficus、4 TW、赤芽魯桑、収穫一、魯八、アズミ桑

図 3 に示した区画別の倍数性品種は次の通りである。

第 I 区画

絨No.318、絨No.331、絨No.325、絨No.447、絨No.303、絨No.422、絨No.418

第 II 区画

col La(2x)×21(2x)、col 高島、絨No.409、絨No.309、col 大島桑、絨No.332、絨No.439、Ficus

第 III 区画

絨No.323、Ficus、小千谷1278、絨No.330、col 高島、絨No.321、絨No.337、絨No.420、Ficus、col 大島桑、絨No.449、絨No.332、絨No.423、改良一ノ瀬

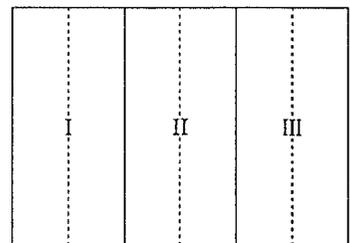


図 3、倍数性品種保存圃栽植図(2)

III. 繊維学部附属農場におけるクワ遺伝資源保存の意義とその評価

1974年、国際植物遺伝資源理事会 (IBPGR) の設立により、世界における植物遺伝資源の探索・収集・保存・特性評価・情報化・利用を促進するために各国にある遺伝資源の研究機関とのネットワークでこの活動への積極的な取り組みが行われている(3)。

多様な育種目標を達成するためには、育種の素材となる多種多様な遺伝資源の保存が極めて重要であることは、イネ、メキシココムギ、オオムギ、トマト、サツマイモなどの例からも論を俟たない。

前述したように、わが国における現在クワ品種は1,200以上と目され、貴重な遺伝資源の素材として育種に利用されるとともに、数多くの優良品種が産れ、養蚕業に多大の貢献をしてきた。

信州大学繊維学部附属農場に栽植されているクワ品種の一部は、1910年上田蚕糸専門学校創立時における桑園開設時のものと同じ関係にあったものとも考えられ、歴史の深さの一面が映し出されている。

1. 遺伝資源保存園栽植の既存品種の意義

クワ遺伝資源保存園に栽植されている(図1)の人為倍数性桑以外の既存品種365品種中には自然3倍体が85品種存在するほか、臥竜桑、両面桑などの突然変異体も混植されている。これに人為倍数性桑を合せた多数のクワ品種は、国立大学蚕糸関係機関中最多の保有量となり、クワ育種遂行上の意義は高い。

クワにおける自然倍数体は3倍体を初として4、6、8、22倍体が存在する。最近では中国において自然半数体 [*Morus notabilis* (マルバグワ)・ $n=14$] が報告された(4)。また22倍体 ($2n=308$) であるクロミグワ (*Morus nigra*) は顕花植物中最多の染色体を有する(7)など、倍数系列を探究する上で極めて興味がある。この中でわが国に存在する自然倍数体は3、6倍体(ケグワ)のみで4倍体は存在しない。現在押金研究室に保存の22倍体は海外からの輸入によるものである。しかしながら、クワ品種中に多数存在する3倍体の成因を探ることは、植物の細胞遺伝学上からもまたクワ品種の歴史をひもとく上で重要な鍵とされていた。

関(1959)は、わが国に4倍体は存在しないことから、3倍体発生の主原因は、2倍体における生殖細胞が降霜などによる温度の急激な変化により分裂に異常を生じ、その結果形成された $2x$ 配偶子と正常の x 配偶子との交雑から、3倍体が生じたことを報告した(9)。

このように保存園に栽植されている既存クワ品種の約1/4が3倍体であることは意義深いものがある。

2. 人為倍数性品種の評価

1948年以来、附属農場押金研究室（旧栽桑学関研究室を含む）にて育成した人為倍数性桑は、前述の通り3、4倍体を主にしたもので、育種上における倍数体の位置を確かなものとした。これら育成桑の実用化試験の結果得られた諸成績の報告も多数にのぼっている。本項においては育成した倍数体の遺伝資源として有効利用に供する素材としての評価についてその概要を述べる。

(A)形態的特性

コルヒチン処理により4倍体育成の嚙失となった。織No.401の外部形態は2倍体に比較して巨大性を示し、葉は濃緑色を呈する5裂葉で、その最大葉は2倍体母樹改良鼠返に比べ葉長、葉巾ともに約25%、葉重で約2倍、面積重で約22%大となる(5)。また織No.405の4倍体は、葉身の最大長は約35×35cm葉重約33g(改良鼠返の約5～6倍)、葉肉は極めて厚く濃緑色である。枝条の伸長は両者とも矮性の傾向を示す。

次に葉、条、根部の組織形態をみると(8)、①葉部組織の場合：3、4倍体(織No.305、織No.401、織No.402)の葉の各組織層の厚さは2倍体に比べ厚く、とくに4倍体は顕著であった。また葉における上、下面表皮細胞、柵状ならびに海綿状組織の各細胞の大きさは2倍体に比較し、3倍体は約37～50%、4倍体では約38～73%の増大をみた。なお、2倍体(鼠返)および4倍体(織No.402)葉の柵状ならびに海綿状組織の細胞内における葉緑体数について調査した結果、4倍体は2倍体に比して約23～50%多い。したがって同化生産量も2倍体に比較して多いことが推定され、このことが葉質にも影響するものと考えられる。事実、4倍体の織No.401、織No.402の桑葉は化学分析した結果、炭水化物の量は2倍体に比して多いことが判明した。

②条部組織：皮部についてみると、一般に倍数性桑の枝条の皮部は2倍体より厚く、この傾向は4倍体に顕著である。織No.402(4x)の皮部組織における表皮系(表皮・栓皮部・木栓形成層・木栓皮層)の中でも表皮ならびに木栓層は母樹鼠返(2x)に比しく前者が約25～37%、後者が40～80%それぞれ厚い。なお、木栓層は熱の不良導体であるとともに、耐水性をもっているため普通の表皮に比べさらに有力なる保護作用を営むものと思われる。この点から考えれば、倍数性桑の枝条とくに織No.402(4x)が2倍体と比較し耐寒性を有するのは、以上の表皮系における組織学的差異によることもその一因であろう。

次に木質部については、4倍性桑の組織別割合は前述のように皮部が大きいのに反し、木質部は逆に2倍体に比べて約12～16%小さいが、3倍体では2倍体と大差が認められない。また木質導管の大きさと数を2倍体と比較すれば、導管の大きさ(長径および短径)は3倍体では約10%大きい、4倍体は約7～10%小さい。一定面積内における導管数は、3倍体で約6%少なく、4倍体では約10～23%多い。さらに木質部組織の細胞の大きさは3、4倍体ともに2倍体に比し

大きく、細胞間隙も大きい。

髓部では、枝条における髓の割合は2倍体に比して、3倍体は若干小さい傾向にあるが、4倍体は約10%大きく、髓線はともに短い。また髓の細胞は2倍体に比し3倍体で約65%、4倍体で約40~80%それぞれ大であった。

これらのことから、倍数性桑条の組織ならびに構成割合は2倍体に比して異なる点を考慮すれば、養、水分の蒸騰流ならびに同化生産物の転流の相互作用に差異を生じ、両者における生長、発育の様相の相違に関係しているものと思われる。

③根部組織：皮部における3、4倍体の構成割合は2倍体に比して20%大きい。すなわち橙皮は3、4倍体とも約10~40%大きく、初生皮層および靱皮部+形成層は大差が認められない。

根部における木質部の構成割合は、条の場合と同様倍数体は皮部が大きく、木質部は小さい。とくに4倍体にその傾向がみられるが、3倍体では若干小さい程度である。木質導管の態様は条の場合と同じく3倍体は大きく、4倍体は小さい傾向にある。木質組織の細胞は倍数体は2倍体に比べ著しく大形(約50%)で、髓線の長さは倍数体とくに4倍体は著しく短い。なお根の髓部は極めて狭小のため木質部に包含させた。

(B)倍数性桑葉の成分

(1)化学的成分

育成倍数性桑のうち2、3の品種である4倍体の織Na401、織Na402、織Na405の春蚕および夏秋蚕用桑に主体をおき、これに3倍体の織Na305をそれぞれ供試し、桑葉の化学成分を分析した。分

第3表 春蚕用桑における倍数性桑葉の化学分析結果(新鮮物%)

品 種	部 位	水分	粗 灰分	有* 機物	硬軟** 係数	粗 蛋 白	粗 脂 肪	可溶炭 水化物	粗 纖 維	珪 酸	磷 酸	加 里	Mg	Ca
改良鼠返 (2x)	上	73.97%	2.41%	23.62%	3.22%	5.32%	0.80%	3.31%	1.08%	0.067%	0.151%	0.686%	0.167%	0.574%
	中	71.73	2.99	25.28	4.18	6.23	0.98	3.59	4.23	0.084	0.165	1.092	0.167	0.725
	下	76.53	2.79	20.68	3.64	5.32	0.74	2.53	2.77	0.062	0.139	0.579	0.142	0.476
織Na401 (4x)	上	72.11	2.15	25.74	2.98	5.42	0.75	4.60	2.22	0.076	0.130	0.536	0.199	0.526
	中	75.49	2.30	22.21	3.05	5.62	0.67	3.46	1.82	0.075	0.157	0.587	0.155	0.547
	下	75.15	2.62	22.23	3.49	5.46	0.71	3.38	2.01	0.077	0.154	0.697	0.175	0.575
鼠 返 (2x)	上	73.75	2.52	23.73	3.42	6.13	0.94	3.23	2.99	0.077	0.147	0.768	0.117	0.558
	中	75.25	2.68	22.07	3.57	5.65	0.80	2.10	2.63	0.083	0.148	0.648	0.165	0.691
	下	65.03	3.99	30.98	6.14	7.60	1.04	3.33	4.79	0.117	0.220	0.926	0.236	1.017
織Na402 (4x)	上	74.50	2.34	23.16	3.14	6.06	0.86	2.79	2.94	0.062	0.171	0.590	0.135	0.551
	中	76.13	2.60	21.27	3.41	5.88	0.96	3.13	1.91	0.074	0.165	0.565	0.153	0.616
	下	76.57	2.81	20.62	3.67	5.88	0.77	2.81	2.79	0.082	0.167	0.831	0.154	0.620
ラージ (2x)		74.05	1.70	24.25	2.30	1.70	0.69	3.32	4.38	0.077	0.174	0.494	0.143	0.600
織Na405 (4x)		72.84	3.10	24.06	4.26	3.10	0.77	5.74	4.54	0.083	0.201	0.726	0.085	0.763

備 考 *……100-(粗灰分+水分) **…… $\frac{\text{粗灰分}}{\text{水 分}} \times 100$

析は慣行法により有機ならびに無機の主成分につき行ない、新鮮物および乾物%として算出した(表3・新鮮物のみ表示)(10)。

分析結果については春蚕用桑の主要成分のみ略記する。

1. 粗蛋白質：4倍体の織No.401、402とその母樹(2x)間には大差が認められないが、織No.405(4x)は母樹ラージ(2x)に比し約2倍量多いことは注目に値する。

2. 可溶性炭水化物：4倍体である織No.401、402ともに2倍体に比して大差は認め難いが、乾物においては4倍体は明らかに多い。また織No.405(4x)は母樹に比し約2倍量多かった。なお夏秋蚕用桑の場合は新鮮物、乾物ともに4倍体が約16~43%多かった。

3. 粗繊維：4倍体は2倍体に比し、その含量が少ない。一般に粗繊維の含量が少なくしかも炭水化物の含量が多い桑葉は飼料的価値が高いといわれているが、織No.401および織No.402はこれに符合するといえよう。

以上のほかに、夏秋蚕用桑における2倍および4倍体の葉位別に炭水化物を分析した結果によれば、織No.401、織No.402とも2倍体母樹(改良鼠返、鼠返)に比較し、第1~10葉位では約20~60%、第11葉以下では7~20%それぞれ多い状態である。

(2)就眠性利用による葉質判定

竹内(1956、'58、'59、'61)の方法にしたがい主要な育成倍数性桑の葉質判定を行った(6)。

1958年における春、夏、初秋、晩秋蚕の時期別掃立用桑について交雑蚕品種を供試して行った結果をみると(表4、5)、一般にコルヒチン処理による4倍性桑は母樹2倍性桑に比して就眠歩合が高い(表4)。なかでも織No.401、織No.402の4倍体は時期別用桑を通じて顕著な差を示し、とくに葉質の低下を示す晩秋蚕期にこの傾向が大きい。

また、3、4倍交雑により育成した3、4倍体の就眠歩合は、一般に用いられている2倍体の改良鼠返に比して、春、初秋蚕用桑はともに多いが、夏蚕用桑では劣る成績を示した(表5)。なおこの交雑3倍体の晩秋蚕期における就眠歩合は4倍体とともに多くなっている。

以上、稚蚕の就眠性利用による葉質の判定結果から考えれば、人為育成3、4倍体の葉質は一般にその飼料的価値が高い。

(3)育蚕からみた育成倍数性桑葉の飼料的価値

前述した育成3、4倍体桑葉の化学分析および稚蚕の就眠性利用による葉質判定の結果は、いずれも倍数性桑が2倍体母樹に優る成績を得たが、倍数性桑の最終的価値判断はこれらの間接的な方法によらず直接に蚕児飼育を行ない、その可否が必要となる。本項では織No.401、織No.402の4倍体とそれらの母樹2倍体についての育蚕成績をもとに主要事項について記述する(6)。

第4表 育成4倍性桑給与区における就眠蚕の出現割合

品 種 名	春 蚕 期		夏 蚕 期		初秋蚕期		晩秋蚕期	
	就眠歩合	同指数	就眠歩合	同指数	就眠歩合	同指数	就眠歩合	同指数
改良鼠返(2x)	10.7%	100	31.1%	100	75.3%	100	1.3%	100
織No401(4x)	25.6	239	45.7	147	91.3	121	2.9	224
鼠 返(2x)	13.4	100	51.5	100	87.7	100	1.6	100
織No402(4x)	21.1	158	62.5	121	93.1	106	4.3	271
ラーシ(2x)	34.7	100	27.7	100	82.7	100	0.5	100
織No405(4x)	38.6	111	42.7	154	93.3	113	1.4	284
国桑21号(2x)	36.4	100	51.5	100	72.1	100	0.2	100
織No406(4x)	21.3	58	41.3	80	85.7	119	0.8	417
織No410(4x)*	33.9	372	23.9	96	96.9	129		

備 考 表中の数字は各回の平均値を示す。

* 4x×4xによる4倍体、他はコルヒチン処理により育成した4倍性桑

第5表 育成3倍性桑給与区における就眠蚕の出現割合

品 種 名	春 蚕 期		夏 蚕 期		初秋蚕期	
	就眠歩合	同指数	就眠歩合	同指数	就眠歩合	同指数
改良鼠返(2x)	10.7%	100	31.1%	100	75.3%	100
織No304(3x)*	22.1	206	28.1	90	91.6	122
織No305(3x)*	21.7	202	23.3	75	93.4	124

備 考 * 3倍交雑により育成した3倍性桑

(1) 蚕児の飼育経過

夏蚕ならびに晩秋蚕期における2倍および4倍性桑給与蚕児の経過は、4倍性桑給与区の壮蚕期の経過が早くなる傾向を示し、とくに夏蚕5令期では織No402(4x)給与区は改良鼠返給与区に比し約半日経過が早い。

(2) 蚕体重および食下率、近以消化率

2倍および4倍性桑給与区の蚕体重についてみると、4倍性桑給与区は全齢を通じ常に重く、この傾向は壮蚕期において顕著に現われ、5齢盛蚕において夏蚕期では雌、雄平均約10%、晩秋蚕期では約25%重い状態であった。

次にそれらの食下率および近以消化率についてみると、夏蚕期の4齢における4倍性桑給与蚕児は2倍性桑給与蚕児に比べ、食下率約8%、近以消化率約20%、5齢においては前者が約10%、後者が約5%多い、したがって蚕体重の増加と考え合せると、4倍性桑葉は一般に蚕児の嗜好性に富み、かつ摂取量に対する蚕体内の利用度が高いものと思われる。

(3) 減蚕歩合

2倍ならびに4倍性桑給与区における3齢より紡繭までの減蚕歩合を比較すれば、夏蚕、晩秋

蚕2期を通じ2、4倍性桑給与区ともに蚕児は健康で両者間に差異は認められなかった。

(4) 収繭ならびに繭質調査、その他

4倍性桑給与区は夏蚕、晩秋蚕の2期ともに2倍性桑給与区に比し、収繭量は約15%多く、繭形は大で繭長、繭巾とも約10%増加している。また両者の繭質をみると、繭重、繭層重ともに4倍性桑給与区が重く、夏蚕期では繭重約16~20%、繭層重約20~27%、晩秋蚕期ではそれぞれ約15%程度重く、とくに織No.402(4x)給与繭は顕著な成績を示し、葉質の低下を来す晩秋蚕期の繭層重は極めて多い。また晩秋蚕期における両者の一粒繰糸試験を行い、繭糸長ならびに織度について比較した。4倍性桑給与繭は雌雄平均繭糸長において約10%2倍性桑給与繭より長く、繭糸量約14%多い。織度は2倍性桑給与繭と大差は認められなかった。

さらに晩秋蚕期の4倍性桑給与蛾の蚕卵調査によれば、産卵数約10%、造卵数約15%多い。対1万粒の卵重量は両者ともほぼ同じであった。

以上、4倍性桑給与による蚕児飼育ならびに収繭量、繭質に関する諸成績は、いずれも2倍性桑給与区に比し良好であった。また前述の稚蚕の就眠性利用による4倍性桑の葉質判定結果とを総合して考えると、育成倍数性桑中本研究室に供試した4倍体織No.401、織No.402の2品種の飼料的価値は高いものと思われる。

IV. 総括

信州大学繊維学部附属農場における桑園は、1910年上田蚕糸専門学校の創立時に開設され、研究、教育に資するためのクワ品種は、1921年(T10)遠藤保太郎教授により東京小石川植物園より導入されたもので、クワ遺伝資源としての蓄積は70有余年に及び、国立大学関係研究機関中でもその歴史は深淵なものと考える。

現在、クワ遺伝子源の保存園とし栽植されているクワ品種は、従来より継続保存のもの365品種(図1および区画I~IXに明示)に加え、1948年以来、附属農場押金研究室および旧信大繊維学部繊維農学科栽桑学研究室にて育成された人為倍数性桑品種(3、4倍体+その他の倍数体)80を加えると計445品種にのぼり本邦に現在するクワ品種の約1/3に当るものとして、クワ育種素材の貴重な遺伝資源となり得る。1949年から1989年にかけての40年間は人為倍数体育成を研究室における畢生の仕事として取り組んだ当時の倍数性育成数は約100余であったが、育成当初より40余年後の今日では約20品種の貴重な素材が環境の変化に伴い流失を余儀なくされている。

これらの遺伝資源は1980年、全国大学農場協議会が推進した全国大学作物遺伝資源保存目録中(11)に既存クワ品種に育成人為倍数性桑の一部を加えたものが掲載され、信州大学繊維学部附属農場の特色としてクワ遺伝資源の保存を軸に、蚕糸に関する教育、研究を標榜する旨の検討が進められているのは喜ばしき限りである。

前述の如く保存園栽植の多種多様なクワ品種の特性を巧に利用することにより新たな遺伝資源の創出とその実用的な研究が期待できる。とくに育成倍数性桑に関する入念な形質調査および多目的利用に適合した品種(2)の検索を行ない、各地域における環境条件に対応できしかも飼料効率や食品加工における特性の高い実用品種の選出を期待したい。

今後附属農場におけるクワ遺伝資源保存への展望を略記すれば、(1)現保存園における各品種のもつ遺伝子の多様性が失われる遺伝的侵食(Genetic erosion)を極力防ぐ方策の早期確立。(2)侵食された品種における対応として関係他機関からの導入を行ない、完備なクワ遺伝資源の保存宝庫とする。(3)保存445品種の植籍(戸籍)に関するデータベース化。(4)高次倍数性であるクロミグワ($2n=308\cdot 22$ 倍体)の育種素材として有効に利用し、新しい倍数系列を作出する。(5)優良倍数性桑の育種とその品種登録。(6)クワの多目的利用(ジャム、茶、漢方薬、民芸品など)に適合した新品種の育成。(7)バイオ技術を駆使して、半数体の育成とその純系種作出、細胞融合による新体細胞雑種の作出、遺伝子工学による形質転換桑の創生。(8)アイゾザイムによるクワ科、およびクワ属の品種類縁関係の解析。(9)海外との学術交流にもとづく新遺伝資源の導入とその探索。(10)その他、遺伝資源の保存と収集に必要な研究の推進。などが考えられる。

以上、本学部附属農場におけるクワ遺伝資源の保存、収集および評価が、現在国際的規模で進展している栽培植物の遺伝資源に関する総合的な活動に寄与するとともに、クワの遺伝、育種、栽培、生理、生態そして病理学的研究推進への一助ともなれば幸いである。

文 献

- 1) 遠藤保太郎(1921): 桑の品種, 1-14.
- 2) 飯島浩一・押金健吾(1991): 信大繊維学部農場研究報告, 14, 1-10.
- 3) 菊池文雄(1990): 遺伝別刷, 3, 46-54.
- 4) 黄 君霆(1993): 日本蚕糸学雑誌, 62, 339-342.
- 5) 関 博夫・押金健吾(1953): 信大繊維学部研究報告, 3, 1-11.
- 6) 関 博夫・押金健吾(1959): 信大繊維学部研究報告, 9, 6-15.
- 7) 関 博夫・押金健吾(1960): 信大繊維学部研究報告, 10, 7-13.
- 8) 関 博夫・押金健吾(1963): 日本蚕糸学雑誌, 32, 97-107.
- 9) 関 博夫(1959): 信大繊維学部紀要, 20, 3, 1-91.
- 10) 関 博夫(1965): 長野県発行別刷, 1-125
- 11) 全国大学農場協議会(1980): 作物遺伝資源保存目録, 1, 5-15.