

高等植物に於ける細胞膜質の消長關係特に木化現象 に關する生理學的研究。第III報。 : 植物體內に於 ける各種細胞膜質及び硬化度の分布

藤田, 光
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20953>

出版情報 : 九州帝國大學農學部學藝雜誌. 9 (2), pp.219-234, 1940-12. 九州帝國大學農學部
バージョン :
権利關係 :



高等植物に於ける細胞膜質の消長關係特に 木化現象に關する生理學的研究。第 III 報。

植物体内に於ける各種細胞膜質 及び硬化度の分布¹⁾

藤 田 光

(昭和十五年十一月二十日受理)

I. 緒 言

植物細胞膜の硬化現象が植物細胞或は植物體の體制維持に對して、甚だ有意義なる役割を果しつゝある事は吾人の普通知る所である。細胞膜の硬化現象は物理的及び化學的變化が相俟つて其硬化能率を高める事に由來するものであつて、此現象中には細胞膜の肥厚・木質化・コルク化・クチクラ化・珪質化・石灰化等の諸現象が包括されて居る。随つて細胞膜乃至は組織の硬化を云々する場合には之等諸現象への關心を要するのであるが、之等現象中最も普通で且つ重要なものは木化現象であり、本現象に關係を持つ細胞膜質としては、一般にペクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ・リグニンの四物質が取扱はれて居る(2, 21, 27, 36)。之等物質の含有量は植物體の部分或は器官の相違により差異あること勿論であるが、其各の分布状態に就ては必ずしも未だ明にされて居ない。

又一方木化現象の經過に伴ひ細胞膜乃至は組織の硬化度を増す事は、從來多くの學者により認められて居るところであるが、硬化其物の程度を合理的に表示する方法に就ての知見に至りては、極めて不完全な域にあり、特に組織硬化の主要原因たる細胞膜の硬化度を數量的に比較表示する方法の如きにありては、信頼すべき試みが殆んど加へられて居ない。従つて此際各種細胞膜質の消長に關聯して硬化度を表示する方法に就ての研究がいかに必要なるかが痛切に窺はれる。

そこで著者は便宜上草本植物を材料に用ひ、その發育程度及び器官の相違により之等四種の細胞膜質の分布に如何なる量的差異あるやにつき實驗を試み、更に之に關聯して生の組織・乾燥組織及び細胞膜の硬化度を合理的に表示する方法に就きて、特別の考慮を拂つた。而して

1) 九州帝國大學植物學教室業績 No. 84.

實驗成績は植物學的にも又應用方面より見るも可なり有意義なる知見と思はれるので、本研究の第 III 報として茲に之を報告することにした。

本研究は九州帝國大學農學部植物學教室に於て頼瀨教授指導の下に行ひたるものにして始終懇篤なる御指導を賜はりし同教授及び定量操作に就て御示教を賜はつた森林化學教室西田教授に對し謹みて深厚なる謝意を表する。尙材料の一部を提供されたる植物病理學教室瀧元氏に深謝する。

II. 研究材料及び方法

材料植物としては草本植物を使用することにし、ヒメムカシヨモギ・トマト・ヒユの三種を選んだ。此内 ヒメムカシヨモギ 及び ヒユは九州帝國大學農學部構内の日當りよき場所に自生して居つたもので、自生場所に於ける多數の個體の中から健全にしてしかも發育均等の數個體を残し他は悉く除去し、除草・中耕等の管理をなし培養したものである。又トマトは植物病理學教室瀧元清透氏が特に實驗の目的を以て 1936 年 7 月 16 日播種し、8 月初旬第一回假植。8 月下旬第二回假植をなし、9 月中旬植物園内畠の常に日光のよく當る場所に本植し、灌水・施肥等の管理を怠らず栽培したものを分與・提供されたものである。

材料の採收はヒメムカシヨモギにありては 1933 年 7 月中、ヒユにありては 1933 年 9 月中、トマトにありては 1936 年 11 月中晴天の日の午後に行つた。材料採收時に於ける各植物の草丈は平均値に於てヒメムカシヨモギでは 54.0 糎、ヒユでは 109.5 糎、トマトでは 73.8 糎であつた。採收の方法は發育均等と思はれる個體を選定し、地上部と地下部（根）に大別して採取した。地上部は之を更に三分し葉では上部葉・中部葉・下部葉、又莖も同様上部莖・中部莖・下部莖と呼稱して、供試材料とすることにした。下部の葉及び莖には細砂・塵埃等が附着して居つたため、葉ではブラシ及びガーゼで之を除去し莖に於ては先づ良く洗滌・除去し、然る後附着水はガーゼで拭ひ、重量測定上の誤差を可及的に少からしめる事に努めた。根の部分は丁寧に引抜きて最初良く水洗し、附着水は莖と同様ガーゼで充分拭ひ除去することにした。

斯して採取した材料は何れも先づ生量及び乾量を測定した後、慣例の如く製粉し自動粉末容積測定器 (16) によりその容積を測定し各種細胞膜質の定量用に供した。細胞膜質の定量は三群の材料につき本研究の第 I 報に記述した方法 (9) によつて行ひ、分析結果の表示は最も合理的な頼瀨氏の組織粉末法を主體とし、併せて對生量法・對乾量法による表示をも試みた。但し後二者による含有量表示成績には豫想されし如く表示上の誤差大なるを認め得たので、之によ

る含有量比較成績の考察は之を放棄する事とし、硬化度考察の根據にのみこれを利用する事とした。組織及び細胞膜の硬化度は各種細胞膜質の定量値より計算して求めた三種の硬化率を以て示す事とした。即ち生量に對するセルローズ及びリグニンの合計含量の割合を生體硬化率、乾量若くは乾物容積に對するセルローズ及びリグニンの合計含量の割合を乾燥體硬化率、全細胞膜質即ちペクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ及びリグニン總量に對するセルローズ及びリグニンの合計含量の割合を細胞膜硬化率と呼ぶことにした。

III. 實 驗 成 績

1. 發育程度及び器官の相違に伴ふ各種細胞膜質含有量の相違

組織粉末法によつて表示した葉に於ける成績に就て見るに、ペクチン質含有量は各材料共上部葉・中部葉・下部葉の順に下部程小であつた。セルローズ含有量はヒユ材料では上・中・下の順に明に下部程大であつたが、ヒメムカシヨモギ及びトマトの兩材料では上部葉に最小値を示す點に於て之と一致するが中部葉に於て最大値が示された。ヘミセルローズ及びリグニンの含有量は上部より下部に至るに従ひ、増加することが例外なく認められた。全細胞膜質即ちペクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ・リグニンの總量の消長は大體に於てセルローズ含量の消長に類似し矢張中部葉に於て最大値が得られた。即ち上・中・下部葉に於ける含有量の割合はヒメムカシヨモギでは 100:103:101, トマトでは 100:106:98 であつた(第一表)。

第 一 表： 葉に於ける發育程度の相違と各種細胞膜質含有量との關係
(對粉末容積法表示による)

		ヒメムカシヨモギ (mg/cm ³)		ト マ ト (mg/cm ³)		ヒ ユ (mg/cm ³)	
		實 數	比 數	實 數	比 數	實 數	比 數
ペクチン質	上部葉	41.42	100	31.60	100	—	—
	中部葉	40.06	97	29.48	93	—	—
	下部葉	36.29	88	24.96	79	—	—
ヘミセルローズ	上部葉	21.72	100	23.31	100	—	—
	中部葉	23.84	110	25.27	108	—	—
	下部葉	23.86	110	25.50	109	—	—
セルローズ	上部葉	57.52	100	71.91	100	51.88	100
	中部葉	58.70	102	79.64	111	53.97	104
	下部葉	57.78	100	72.35	101	60.58	117

リグニン	上部葉	10.32	100	28.28	100	36.12	100
	中部葉	12.21	118	29.58	105	39.26	109
	下部葉	14.30	139	29.71	105	41.11	114
全細胞膜質	上部葉	130.98	100	155.10	100	—	—
	中部葉	134.81	103	163.97	106	—	—
	下部葉	132.23	101	152.52	98	—	—

ヒュ材料では葉片部のみを用いた。

莖に於ける成績に就て見るに、ペクチン質は上・中・下部の順序に明かに其含有量を減じ、其減少度は葉に於けるそれに比較して可なり著明なことが認められた。特にヒメムカシヨモギでは其減少の程度が甚しく、上・中・下部莖に於ける含有量の割合は 100:27:12 であつた。所がヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質は何れの材料に於ても反對に上部から下部に至るに従ひ、何れも其含有量を顯著に増すことが認められた(第二表)。

第 二 表： 莖に於ける發育程度の相違と各種細胞膜質含有量との關係

(對粉末容積法表示による)

		ヒメムカシヨモギ (mg/cm ³)		トマト (mg/cm ²)		ヒュ (mg/cm ³)	
		實 數	比 數	實 數	比 數	實 數	比 數
ペクチン質	上部莖	61.30	100	31.24	100	—	—
	中部莖	16.63	27	25.02	80	—	—
	下部莖	7.34	12	23.30	75	—	—
ヘミセルローズ	上部莖	51.30	100	42.20	100	—	—
	中部莖	63.81	124	61.56	146	—	—
	下部莖	73.91	144	68.48	162	—	—
セルローズ	上部莖	108.70	100	137.08	100	131.59	100
	中部莖	159.41	147	179.49	131	156.01	119
	下部莖	205.85	189	186.32	136	208.14	158
リグニン	上部莖	30.00	100	29.84	100	23.34	100
	中部莖	33.74	112	42.37	142	43.22	185
	下部莖	52.79	176	50.13	168	69.22	298
全細胞膜質	上部莖	251.30	100	240.36	100	—	—
	中部莖	273.59	109	308.44	128	—	—
	下部莖	339.89	135	328.23	137	—	—

次には前記の葉及び莖に於ける比較測定成績及び地下部（根）に於ける測定成績を基礎として、植物體の器官の相違による是等各種細胞膜質含有量の差異を見るために、葉・莖・根に於ける分布を比較して見た。測定成績によると三種材料を通じてペクチン質は葉・莖・根の順序に著しく其含有量を減ずるが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質は逆に葉・莖・根の順序に著しく其含有量を増加することが認められた。特にヒメムカシヨモギに於けるリグニンの含有量は第三表に明かなる如く、器官の相違により著しき相違が示された（第三表）。

第 三 表： 葉・莖・根に於ける各種細胞膜質分布の比較

(對粉末容積法表示による)

		ヒメムカシヨモギ (mg/cm ³)		ト マ ト (mg/cm ³)		ヒ ユ (mg/cm ³)	
		實 數	比 數	實 數	比 數	實 數	比 數
ペ ク チ ン 質	葉	39.26	100	28.68	100	—	—
	莖	28.42	72	26.52	92	—	—
	根	4.17	12	17.24	60	—	—
ヘミセルローズ	葉	23.14	100	24.69	100	—	—
	莖	63.01	272	57.41	233	—	—
	根	98.88	427	81.17	329	—	—
セ ル ロ ー ズ	葉	58.00	100	74.63	100	55.48	100
	莖	157.99	272	167.96	225	165.25	298
	根	241.06	416	206.62	277	214.43	386
リ グ ニ ン	葉	12.28	100	29.19	100	38.83	100
	莖	38.84	316	40.78	140	45.39	117
	根	76.23	621	59.37	203	79.48	205
全 細 胞 膜 質	葉	132.68	100	157.19	100	—	—
	莖	288.26	217	292.67	186	—	—
	根	420.34	317	364.40	232	—	—

本表中葉の値は第一表に於ける上部葉・中部葉・下部葉の値の平均値であり、莖の値は第二表に於ける上部莖・中部莖・下部莖の値の平均値である。

更に又地上部（莖或は（葉+莖））と地下部（根）に於ける各種細胞膜質の含有量の割合を知るために、葉と莖との平均値又は莖のみの値を地上部の値と見做して地上部に對する地下部の比を求めて見た。其の計算値によると、ペクチン質は地上部が著しく多かつたが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質は地下部の方が明かに多かつた（第四表）。

第 四 表： 地上部及び地下部に於ける各種細胞膜質含有量の比較
(對粉末容積法表示による)

		ヒメムカシヨモギ (mg/cm ³)	ト マ ト (mg/cm ³)	ヒ ユ (mg/cm ³)
ペ ク チ ン 質	地 上 部 (a)	33.84	27.60	—
	地 上 部 (a')	28.42	26.52	—
	地 下 部 (b)	4.17	17.24	—
	b/a	0.12	0.62	—
	b/a'	0.15	0.65	—
ヘミセルローズ	地 上 部 (a)	43.08	41.05	—
	地 上 部 (a')	63.01	57.41	—
	地 下 部 (b)	98.88	81.17	—
	b/a	2.30	1.98	—
	b/a'	1.57	1.41	—
セ ル ロ ー ズ	地 上 部 (a)	108.00	121.30	110.37
	地 上 部 (a')	157.99	167.96	165.25
	地 下 部 (b)	241.06	206.62	214.43
	b/a	2.23	1.70	1.94
	b/a'	1.53	1.23	1.30
リ グ ニ ン	地 上 部 (a)	25.56	34.49	42.11
	地 上 部 (a')	38.84	40.78	45.39
	地 下 部 (b)	76.23	59.37	79.48
	b/a	2.98	1.70	1.89
	b/a'	1.96	1.46	1.75
全 細 胞 膜 質	地 上 部 (a)	210.47	224.93	—
	地 上 部 (a')	288.26	292.67	—
	地 下 部 (b)	420.34	364.40	—
	b/a	2.00	1.62	—
	b/a'	1.46	1.25	—

本表中 a は地上部を(葉+莖)と見做した場合に於ける葉及び莖の値の平均値であり、a' は地上部を(莖)と見做した場合に於ける數値である。

2. 發育程度及び器官の相違に伴ふ各種硬化率の相違

發育程度を異にせる葉に於ける硬化率に就て見るに、先づ生體硬化率はヒュ材料では中部葉と下部葉間に明かなる差異を認めなかつた事を除いて、三種材料共上部より下部に於て大となる事が認められた。乾燥體硬化率は三種材料中トマト材料に於て中部葉値に比して下部葉値は僅かながら小であつたが、大局から見ると矢張何れの材料に於ても上部から下部に至るに従ひ増加する様な傾向が示された。細胞膜硬化率は發育程度の差異による値の相違は左程顯著

でなかつたけれども、明かに他種の硬化率と同様上部より下部に至るに従ひ其値を増すことが認められた(第五表参照)。

次に莖に於ける各種硬化率に就て見るに、何れの材料に於ても上部より下部に至るに従ひ其増加度顯著にして、其差異が判然と認められた(第五表)。

第五表：葉及び莖に於ける發育程度の相違と硬化率との關係

		生體硬化率			乾燥體硬化率						細胞膜硬化率		
		對重量表示			對重量表示			對乾物容積表示			對重量表示		
		(%)			(%)			(mg/cm ³)			(%)		
		ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ
上部葉	實數	1.532	1.608	2.541	10.840	13.472	14.074	67.84	100.19	88.00	51.794	64.597	—
	(比數)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	—
中部葉	實數	1.825	1.756	2.661	11.608	14.672	14.967	70.91	109.22	93.23	52.600	66.610	—
	(比數)	(119)	(109)	(105)	(107)	(109)	(106)	(105)	(109)	(106)	(102)	(103)	—
下部葉	實數	2.057	1.781	2.644	12.063	13.985	14.875	72.08	102.06	101.69	54.511	66.916	—
	(比數)	(134)	(111)	(104)	(111)	(104)	(106)	(106)	(102)	(116)	(105)	(104)	—
上部莖	實數	1.414	1.742	1.398	19.033	22.307	21.274	138.70	166.92	154.93	55.193	69.446	—
	(比數)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	—
中部莖	實數	4.401	3.823	2.238	41.710	32.707	32.388	193.15	221.86	199.23	70.598	71.930	—
	(比數)	(311)	(219)	(160)	(219)	(147)	(152)	(139)	(133)	(129)	(128)	(104)	—
下部莖	實數	9.890	6.196	4.076	53.224	38.145	49.320	258.64	236.45	277.76	76.095	72.038	—
	(比數)	(699)	(356)	(292)	(280)	(171)	(232)	(186)	(142)	(179)	(138)	(104)	—

又葉・莖・根の三器官の間に於ける硬化率の分布に就て見るに、何れの植物何れの硬化率に於ても、明かに葉・莖・根の順序に其値が高かつた(第六表)。尙地上部と地下部に於ける硬化

第六表：葉・莖・根に於ける硬化率の比較

		生體硬化率			乾燥體硬化率						細胞膜硬化率		
		對重量表示			對重量表示			對乾物容積表示			對重量表示		
		(%)			(%)			(mg/cm ³)			(%)		
		ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ
葉	實數	1.805	1.715	2.615	11.503	14.043	14.638	70.28	103.82	94.31	52.970	66.047	—
	(比數)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	—
莖	實數	5.235	3.920	2.571	37.989	31.053	34.327	196.83	208.41	210.64	68.282	71.210	—
	(比數)	(290)	(229)	(98)	(330)	(221)	(239)	(280)	(201)	(223)	(129)	(108)	—

根	實數	11.542	9.365	7.889	56.413	48.293	55.490	317.29	265.99	293.91	75.484	72.994	—
	(比數)	(640)	(546)	(302)	(490)	(344)	(379)	(451)	(256)	(312)	(143)	(111)	—

本表中葉・莖に於ける値は夫々第五表に於ける數字より計算して求めた。即ち上部葉・中部葉・下部葉の値の平均値を以て葉の値とし、上部莖・中部莖・下部莖の値の平均値を以て莖の値とした。

率を比較するために、地上部を(葉+莖)或は莖のみと見做して二種の計算値を求め、此値と地下部の値との比を求めて見た。其計算値によると地上部を(葉+莖)或は莖のみとして取扱ふかにより、得たる割合には多少の差はあるが、何れの表示による硬化率も地上部より地下部の方が其數値が大であることが認められた(第七表)。

第七表： 地上部及び地下部に於ける硬化率の比較

	生體硬化率 對生量表示 (%)			乾燥體硬化率						細胞膜硬化率 對重量表示 (%)		
				對重量表示 (%)			對乾物容積表示 (mg/cm ³)					
	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ	ヒメムカ シヨモギ	トマ ト	ヒユ
地上部(a)	3.520	2.818	2.593	24.746	22.548	24.483	133.56	156.12	152.48	60.626	68.629	—
地上部(a')	5.235	3.920	2.571	37.989	31.053	34.327	196.83	208.41	210.64	68.282	71.210	—
地下部(b)	11.542	9.365	7.889	56.413	48.293	55.490	317.29	265.99	293.91	75.484	72.994	—
b/a	3.28	3.32	3.04	2.28	2.14	2.27	2.38	1.70	1.93	1.25	1.06	—
b/a'	2.20	2.39	3.07	1.48	1.56	1.62	1.61	1.28	1.40	1.11	1.03	—

本表中の a 及び a' の意義に就ては第四表脚註参照。

IV. 通覽及び考察

細胞膜質の分布状態を知る必要上先づ其含有量を測定し之を合理的に表示するを要するが、各所檢物質の定量法は既に本研究第I報に於て論議し決定したる方法によりたるものにて、之に就ては茲に再びその採用所以を説明する必要はなきものと認められる。而して分析結果の表示法としては緒言に於て記述せし如く、理論上最も合理的なる方法と認められる組織粉末法を利用したる外、尙念のため對生量法及び對乾量法をも同時に試みて彼我の成績を比較考察したるところによれば、全く豫期されし如く後二者の表示成績には表示誤差の存する事を明にし得たため、本論文には之を併記する必要を認めざりしを以て全然之を放棄し専ら組織粉末法による表示成績によりて含有量の比較を試みる事とした。

扱て茲に上記成績を通覽するに、先づ發育程度を異にする葉に於ける各種細胞膜質含有量を

比較測定した所によると、ペクチン質は發育の進んだ材料程その含量少いが、ヘミセルローズ及びリグニンは逆に多く、セルローズ及び全細胞膜質も亦大體に於て下部に至るに従ひ増加する様な傾向はあるが、三種材料中ヒメムカシヨモギ及びトマトでは中部葉に於て最大値が示された。之等の成績は總括的に見ると大體從來の知見に一致して居る所であるが(2, 8, 18, 21, 22, 23, 27, 36), セルローズ及び全細胞膜質が中部葉に於て最大値を示した理由を考ふるに、外觀的に中央部の葉は旺盛なる發育をなすが、下部葉即ち古い葉は老成の域に入りつゝあることから推察して、セルローズの如きが特に中部葉に於て多く下部葉に於て却つて減少してゐる事はさもあるべき事と思はる。全細胞膜質の消長は其内容を分析して見ると、用ひし材料に於てはセルローズ含量が最大値を占めてゐる(第一表参照)關係上、その消長が主としてセルローズ含量の消長に支配され居る事が認められる。随つて兩者の消長傾向が類似する事となるのが當然と解せられる。

次に莖の發育程度を異にせる部分に於ける各種細胞膜質の分布に就て見るに、ペクチン質は發育の進んだ組織に含量少く、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン・全細胞膜質は反對に増加する傾向が認められ、又異種器官の間の比較に於ては、ペクチン質含量は葉・莖・根の順序なるにヘミセルローズ・セルローズ・リグニン・全細胞膜質は何れも逆に根・莖・葉の順序なるを見たが、之等の事は從來の知見に良く一致して居る所である(2, 8, 18, 21, 22, 23, 27, 36)。即ちペクチン質が組織の發育の進んだ程少かつた事は、木化が極端に進捗したと認められる木材組織の如きでは大部分セルローズ及びリグニンから構成され、ペクチン質などは存在するとしても其含量極く僅少か(7, 22, 28, 31)或は其存在は凝はしいと言ふ在來の知見(18, 20, 29)に徴しても、當然期待される結果と思はる。又セルローズ・リグニン・全細胞膜質が發育の進んだ組織又は器官に多かつたことは、木化現象進行に關する諸學者の研究成績に徴するも首肯される事であり、特に莖及び根の如き生長經過の累積するものに全細胞膜質の多かつた事は、發育の進むにつれ細胞膜は主としてセルローズ及びリグニンから構成される様になり(9)(第三表参照)、植物の體制維持をして完がらしむるに至ると言ふ考からするも當然の結果と思はれる。而して一方ヘミセルローズが發育の進んだ組織或は器官に多き所以を考ふるに、元來此物質は貯藏的傾向あることが認められて居り(5, 21, 30)、尙又多くの貯藏物質は普通老成部に貯藏されると言ふ事から考察すれば之も當然期待される結果と解せらる。

翻つてペクチン質分布狀態の意義を考察するに、この物質が他物質に比し相反的分布を示すことは、細胞膜の老成に伴ひこの物質が他物質に轉化するためと解せられ、少くとも他の細胞

膜質に比して可なり異つた意義を有するものなる事が認められる。

著者が本研究に於て、ペクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ及びリグニンの總量を以て全細胞膜質として取扱つた理由に就ては茲に若干の論議を試みる必要がある。勿論嚴密なる意味からすれば全細胞膜質と名づくる物の中には、細胞膜を構成する種々の他の有機物質及び無機物質が悉く包含される譯であるが、その各に就ての定量は言ふべくして仲々實施が難事である。先づ從來行はれてゐる細胞膜質に関する取扱ひ方に就て見るに、DRAGENDORF 氏 (4), KÖNIG 及び RUMP 兩氏 (17) 等によると、一般にセルローズ及びリグニンとして定量されてゐる部分中には使用する藥品に對して抵抗性強きズベリン・クチン等をも不溶解のまま之を含むと言つて居る。DORE 氏 (3) によると、木材の如きではクチンの含量は極めて少きため、木材組織中の重要成分でないが、此物は鹽素處理によつて得たるセルローズ中に又 72% 硫酸處理により定量せるリグニン中にも共存することは明かだと言つて居る。又 JOHNSTON 及び DORE 兩氏 (11) はトマロの生長及び化學的組成成分に對する硼素の影響に就ての研究に於て、72% 硫酸法によりリグニンをも定量して居るが、分析成績を取扱ふ際にリグニンとせずリグニンズベリン (Lignin-Suberin) と言ふ名目で取扱つてゐる。この取扱ひ方から見ると兩氏等は氏の用ひた定量法により得たるリグニン中には、ズベリンも含有されるものと見做してゐる様に思はれる。WIESNER 氏 (35) は細胞膜成分の總量として、粗纖維含量をこれに充當してゐる。ARCHBOLD 氏 (1) は又苹果果實の生理に關する研究に於て、全細胞膜質の定量法として 1) 冷水浸出による法、2) 溫水浸水による法、3) アルコール浸出による法の三法を講じ、糖類・酸類及び可溶性ペクチンが悉く除去される迄浸出操作を連續し、殘滓を以て全細胞膜質と見做してゐる。而して氏は又細胞膜構成物質に就ての知見は、現今いまだ不明の點多々あるため、之等の方法によつて得たる數値を基礎として事象を比較するを以て満足せねばならぬと述べてゐる。EMMETT 氏 (6) も亦 ARCHBOLD 氏の考へを支持し、此方法は少くとも生理的場面に於ては満足し得る結果を與ふことを認めて居る。斯の如く諸學者により細胞膜質特に全細胞膜質の取扱ひ方には可なり意見の相違がある様であるが、之等諸學者の見解と木化現象進行其物に就ての從來の知見とを併せ考ふる時は、ペクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ・リグニンの總量を以て全細胞膜質と見做す著者の考へも敢て無理でないことが自ら明になつて來ると思はれる。

次には植物體の硬化度に就てであるが、植物組織の死後に於ける種々の理化學的變化に由來する植物體の硬化は之を別問題とする時は、植物體の硬化は細胞膨壓に由來する非持久的硬化

と細胞膜の理化學的變化に由來する持久的硬化との二つに由來すべく、其内前者は本研究には無關係の現象にして後者のみが問題となる。

ところで細胞膜の硬化は細胞膜の肥厚と膜質の理化學的變化とに由來し、結局細胞膜の硬化に由來する植物體の硬化度は細胞膜質の性質及び其量に支配される事となる。而して細胞膜の石灰化・珪質化其他少數の特殊の場合の外は一般に細胞膜質の主なるものとして擧ぐべきはペクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ・リグニンの四種にして、その内特に細胞膜の硬化度を高める上に役立つものはセルローズとリグニンであると解するは相當理由ある事と考へらる。故に著者は植物體若しくは細胞膜の硬化度を云々する場合には細胞膜質中特にセルローズ及びリグニンの含量の多寡を以て論ずる事とした。即ち生體硬化度・乾燥體硬化度・細胞膜硬化度何れを論ずる場合に於ても、夫々の對比値に對するセルローズ及びリグニンの含量の比率を以て夫々の硬化率となし以て比較の根據とした。

扱て發育度を異にする同一器官及び異種器官の間に於ける著者の所謂生體硬化率・乾燥體硬化率及び細胞膜硬化率の分布に就て見るに、三種材料中トマトの乾燥體硬化率が中部葉に最大値を示した事を除いて、三種の硬化率は何れも發育の進んだ組織或は器官に於て大なる値が得られたが、此事は上記のセルローズ及びリグニン含有量の消長關係より考察しても當然首肯されることと思はれる。更に此處に見逃すべからざる一事は、上記の各種硬化率に關する諸表に明かなる様に、發育程度を異にする組織・器官の間乃至は異種器官の間に於ける各種硬化率の相違であつて、比較材料の三種の硬化率は生體硬化率・乾燥體硬化率・細胞膜硬化率の順序に其開きが小となつて居る事である。此事は生體の硬化度は變異が最も大にして細胞膜其物の硬化度は變異が最も小なる事を示すに外ならないのであり、之は當然豫期された事であつて表示を試みた三種の硬化度にはそれぞれ異なりたる意義及び利用場面があるのであるから、之を以て表示の合理性或は優劣を云々すべきものでないのは又言ふ迄もない事である。

而して今各種硬化率の種々の研究場面に於ける利用效果に就て一言せんに、之等三種の硬化率は何れも木化現象其物の推移を研究する場合に利用して各獨自の效果あるほか夫々應用的見地からの利用效果が少くないと思はれる。例へば生の状態或は乾燥状態に於ける蔬菜・果實・飼料作物等の食用價值或は飼料價值等は、種々の要素により判定せらるゝ事勿論であるが(12)、セルローズ及びリグニンの如き細胞膜質含有量に由來する硬化度如何及び細胞膜其物の硬化度如何も可なり重要な一要素を構成してゐる様に思はれる。尙 HURSH 氏(10)、栃内氏(33)等によると、器械的組織の發達の程度如何は植物の病害に對する抵抗性に關係すとされて居り、

山崎及び上野兩氏 (37), 上野氏 (34) 等によると甘蔗の莖に於ける セルローズ 含有量の多少と 螟蟲の被害との間には密接な關係ありて其含有量多い程被害も亦少しと言はれて居り, 又吉田氏 (38) は綠肥用植物體中に於ける リグニン 含有量の多少は綠肥の分解の難易と密接な關係ありて, 其含量多き場合は綠肥の分解は著しく妨げられろと述べてゐる。之等の知見によると植物體に於ける器械的組織の發達程度如何乃至はセルローズ及びリグニン含有量如何は, 應用的見地から見ると重要な意義を有するものなること明かである。之等の問題は著者の所謂生體硬化率・乾燥體硬化率・細胞膜硬化率なる概念を適材適所的に運用する事により著しく效果的なる解決に達し得るものと思はれる。尙農學方面に於ては植物組織の硬さを測定するための種々の硬度計が考案され (19, 24, 25, 26, 32, 37), それぞれの場面に使用されてゐるが, 之等硬度計により測定したる硬度の大小と著者の各種硬化率の大小との間には密接なる關係ある様と思はれるが (25, 34, 37), 此點に就ては本研究では觸れないこととした。

V. 摘 要

1. 本論文は三種の草本植物を材料とし, 同一種の發育度を異にする組織又は器官の間及び異種器官の間に於ける四種の細胞膜質即ちペクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ・リグニンの含有量の相違及び硬化度の分布に就て研究した成績を記述したものである。

2. 各種細胞膜質の定量法は本研究の第 I 報に記述した方法によつて行ひ, 組織及び細胞膜の硬化度は生量に對するセルローズ・リグニンの合計含量の割合即ち生體硬化率, 乾量若くは乾物容積に對するセルローズ・リグニンの合計含量の割合即ち乾燥體硬化率, 全細胞膜質即ちペクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン總量に對するセルローズ・リグニンの合計含量の割合即ち細胞膜硬化率を以て示すこととし, 之等各種硬化率の値の大小を以て生及び乾燥状態に於ける組織及び細胞膜の硬化度を表示することにした。

3. 各種細胞膜質の分析結果は纈纈氏の組織粉末法・對生量法・對乾量法の三種によつて表示したが, 後二者による表示成績には豫期の如き表示上の誤差少なからざりしを以て, 結局前者の表示のみによつて各種細胞膜質の分布を考察することにした。但し硬化率表示には對生量法・對乾量法・對乾物容積法の三法を併せ利用した事無論である。

4. 發育程度を異にする同一器官若くは同一器官の部分の間及び異種器官の間に於ける各種細胞膜質含有量を比較測定した成績によると, ペクチン質は發育の進んだ組織或は器官に其含量少かつたが, ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン全細胞膜質は逆に其含量著しく多い事

が認められた。

5. 各種硬化率の分布に關する比較成績によると、生體硬化率・乾燥體硬化率・細胞膜硬化率は、何れも發育の進んだ組織及び器官乃至は細胞膜程其値が大なることが認められ、發育の進捗と共に植物組織及び細胞膜は漸次硬化するものなる事が確證された。

6. 發育程度を異にする同一器官又は同一器官の部分の間及び異種器官の間に於ける各種硬化率には明かな相違が認められ、比較材料の三種の硬化率は生體硬化率・乾燥體硬化率・細胞膜硬化率の順序にその開きが小であつた。而して之等三種の硬化率表示にはそれぞれ独自の意義と利用場面とがあることを俟たない。

引用文獻

- 1) ARCHBOLD, H. K.: Chemical studies in the physiology of apples. III. The estimation of dry weight and the amount of cell-wall material in apple. *Ann. Bot.* **39**: 109-121. 1925.
- 2) CANDLIN, E. J., and SCHRYVER, S. B.: Investigations of the cell-wall substances of plants, with special reference to the chemical changes taking place during lignification. *Proc. Roy. Soc. London-B.* **103**: 365-376. 1928.
- 3) DORE, W. H.: The proximate analysis of wood. *Ind. Eng. chem.* **11**: 556-563. 1919.
- 4) DRAGENDORF, G.: Plant analysis: Qualitative and Quantitative. Translated by Greenish. New York. 1921.
- 5) DU SABLON, L.: Recherches physiologiques sur les matières de réserves des arbres. *Rev. Gen. Bot.* **16**: 341-368, 386-401. 1904.
- 6) EMMETT, A. M.: An investigation of the change take place in the chemical composition of pears stored at different temperatures, with special reference to the pectic materials. *Ann. Bot.* **43**: 262-308. 1929.
- 7) FELLEBERG, TH. VON: Ueber die Konstitution der Pektionkörper. *Biochem. Zeitschr.* **85**: 118-161. 1918.
- 8) 藤井音松・小林重雄: 桑葉細胞膜の硬化に就て(第一報). *日本蠶糸學雜誌*. **2**: 249-255. 1931.
- 9) 藤田光: 高等植物に於ける細胞膜質の消長關係特に木化現象に關する生理學的研究. 第1報. *九大農・學藝雜誌*. **6**: 387-403. 1935.
- 10) HURSH, C. R.: Morphological and physiological studies on the resistance of wheat to *Puccinia tritici* ERIKSS. and HENN. *Jour. Agric. Res.* **29**: 381-411. 1924.
- 11) JOHNSTON, E. S., and DORE, W. H.: The influence of born on the chemical composition and growth of the tomato plant. *Plant Physiol.* **4**: 31-62. 1929.
- 12) 川崎市: 日本農林審査總覽. 東京. 1935.
- 13) KÔKETSU, R.: Über den Gehalt an Trockensubstanz und Asche in einem bestimmten Volumen Gewebepulver als Indizium für den Gehalt des Pflanzenkörpers an denselben Konstituenten. *Jour. Dept. Agric. Kyushu Imp. Univ.* **1**: 151-162. 1924.

- 14) —: Über die Brauchbar- und Zweckmässigkeit der „Pulvermethode“ für den Bestimmung des Wassergehaltes in Pflanzenkörper. Bot. Mag. 39: 169-175. 1925.
 - 15) 嶺嶋理一郎: 余の「組織粉末法」に就て. 農業及園藝. 2: 1319-1326. 3: 3-10. 1927-1928.
 - 16) —: 一種の自動粉末容積測定器の紹介. 九大農學藝雜誌. 4: 134-140. 1930.
 - 17) KÖNIG, J., und RUMP, E.: Chemie und Struktur der Pflanzen-Zellmembran. Berlin. 1914.
 - 18) MEHTA, M. M.: Biochemical and histological studies on lignification. Part II. Histological studies on the polysaccharides and aromatic constituents of the cell wall. Biochem. Jour. 19: 979-997. 1925.
 - 19) 三木泰治: 檢壓計 (Pressure tester) に就て. 農業及園藝. 6: 61-69, 209-226. 1931.
 - 20) 三浦伊八郎・西田屹二: 木材化學. 東京. 1933.
 - 21) MURNEEK, A. E.: Hemicellulose as a storage carbohydrate in woody plants, with special reference to the apple. Plant Physiol. 4: 251-294. 1929.
 - 22) O'DWYER, M. H.: A note on the occurrence of a pectic substance in beech wood. Biochem. Jour. 19: 694-696. 1925.
 - 23) —: The hemicelluloses. Part IV. The hemicellulose of beech wood. Biochem. Jour. 20: 656-664. 1926.
 - 24) 岡部康之: 桑樹の硬度に関する研究. 埼玉縣蠶業試驗場報告. 第15號. 1927.
 - 25) —: 立木の硬度測定. 農業及園藝. 8: 2543-2552. 1933.
 - 26) —: 桑葉の硬度に関する研究. 蠶糸學雜誌. 8: 1-20. 1935.
 - 27) ONSLOW, M. W.: The principles of plant biochemistry. Part I. Cambridge. 1931.
 - 28) PREECE, I. A.: Studies on hemicelluloses. IV. The proximate analysis of box-wood, and the nature of its furfuraldehyde-yielding constituents. Biochem. Jour. 25: 1304-1318. 1931.
 - 29) RITTER, G. J.: Distribution of lignin in wood. Ind. Eng. Chem. 17: 1194-1197. 1925.
 - 30) SCHLEENERG, H. C.: Über Hemicellulose als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 23: 36-48. 1905.
 - 31) SCHWALBE, C. G., und BECKER, E.: Die chemische Zusammensetzung einiger deutscher Holzarten. Zeitschr. angew. Chem. 32: 229-231. 1919.
 - 32) 高橋悌藏・横山甫直: 一新硬度計と其食品其他に於ける應用に就て. 各務研究報告. 第29號, 1934.
 - 33) 枅内吉彦: 植物病害に對する抵抗性の問題. 農業及園藝. 12: 861-868. 1123-1129. 1937.
 - 34) 上野辰郎: 二三甘蔗品種の生育各過程に於ける莖の硬度に就て. 臺灣蔗作研究會報. 14: 1-8. 1931.
 - 35) WIESNER, J. VON: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Bd. II. Dritte Aufl. Leipzig. 1918.
 - 36) WISSELINGH, C. VAN.: Die Zellmembran. Linsbauer's Handbuch der Pflanzenanatomie. Bd. 3 (2). Berlin. 1924.
 - 37) 山崎守正・上野辰郎: 甘蔗に於ける莖の硬度測定と其育種學的意義. 日本學術協會報告. 10: 845-848. 1935.
 - 38) 吉田諒藏・竹本正信: 綠肥植物體の炭素化合物に關する研究. 日本土壤肥料學雜誌. 8: 63-78. 1934.
-

PHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE VERÄNDERUNG
DER MEMBRANSTOFFE AN DEN HÖHEREN PFLANZEN MIT
BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER VERHÖLZUNG.
III. VERBREITUNG DER MEMBRANSTOFFE UND DER
VERHÄRTUNGSGRAD IN DEN PFLANZEN

(Zusammenfassung)

Teru. FUJITA

Die vorliegende Arbeit wurde beabsichtigt, um die Verbreitung der Membranstoffe und der Verhärtungsgrade zwischen jungen und alten gleichartigen Organen und auch zwischen verschiedenen Organen festzustellen. Um diese Frage zu lösen, wurden 3 Pflanzenarten als Versuchsmaterialien benutzt.

Die Bestimmung verschiedener Membranstoffe wurde mittels der Analyse-Methode, die der Verf. schon in der ersten Mitteilung dieser Untersuchungen beschrieben hat, ausgeführt, und dabei wurde der Gehalt an den erwähnten Membranstoffen sowohl durch die Pulvermethode von KÔKETSU als auch durch prozentuale Beziehung auf das Frisch- und Trockengewicht bezeichnet. Aber weil das Ergebnis, gefunden durch die beiden letzteren Methoden einen begleitenden Angabefehler hat, der durch die Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes der zu vergleichenden Materialien bedingt ist, wurde die Verbreitung der Membranstoffe deshalb nach dem durch die Pulvermethode gefundenen Wert diskutiert. Zum Vergleich des Verhärtungsgrades an den Geweben und Zellmembranen, hat der Verf. folgende 4 Verhärtungsindexe aufgestellt, und hierbei die Frischgewichtsmethode, die Trockengewichtsmethode und die Pulvermethode für ihren Ausdruck, dem Zweck gemäss, gebraucht. Die 4 Verhärtungsindexe sind wie folgt: (1) der Gesamtgehalt an Zellulose und Lignin, gefunden durch die prozentuale Beziehung auf das Frischgewicht, d.h. der Verhärtungsindex der Frischsubstanz, (2) der Gesamtgehalt an Zellulose und Lignin, gefunden durch die prozentuale Beziehung auf das Trockengewicht oder (3) durch den Wert pro Einheit Pulvervolumen der Trockensubstanz, d.h. der Verhärtungsindex der Trockensubstanz, (4) der Gesamtgehalt an Zellulose und Lignin, gefunden durch die prozentuale Beziehung der gesamten Membranstoffe (die Gesamtheit an Pektinstoffe, Hemizellulose, Zellulose und Lignin), d.h. der Verhärtungs-

index der Zellmembran. Dann wurde der Verhärtungsgrad bei der Frischsubstanz, Trockensubstanz und der Zellmembran mittels der Grösse der Werte diese verschiedenen Verhärtungsindexe verglichen.

Nach den Ergebnissen der Messungen des Gehaltes verschiedener Membranstoffe an den Teilen oder Organen von verschiedenem Entwicklungsgrad, war der Pektingstoffgehalt grösser in jüngeren Geweben oder Organen als in älteren; aber der Gehalt an Hemizellulose, Zellulose, Lignin und Gesamtmembranstoff stand im umgekehrten Verhältnis.

Auch wurde bemerkt, dass alle Werte des Verhärtungsindex der Frischsubstanz, des Verhärtungsindex der Trockensubstanz und des Verhärtungsindex der Zellmembran, grösser in Geweben, Organen oder Zellmembranen sind, die von einem höheren Zustand der Entwicklung der Pflanzen sind. Aus der Berechnung der oben aufgestellten Verhärtungsindexe, wurde also genügend nachgewiesen, dass wir mit Erfolg die Grade ihrer Verhärtung zahlenmässig ausdrücken können, trotzdem bisher nur in unvollkommenem Masse, quantitativ der Verhärtungsgrad von Gewebe und Zellmembran der Pflanzen auszudrücken möglich war.

Botanisches Institut, Kyushu Kaiserliche Universität.