

高等植物に於ける細胞膜質の清長關係特に木化現象 に關する生理學的研究。第VIII報。 : 細胞膜質含有 量及び硬化度と壤水分との關係

藤田, 光
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20982>

出版情報 : 九州帝國大學農學部學藝雜誌. 10 (3), pp. 340-357, 1943-07. 九州帝國大學農學部
バージョン :
權利關係 :

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 VIII 報。

細胞膜質含有量及び硬化度と土壤水分との關係¹⁾

藤 田 光

(昭和十八年六月三十日受理)

I. 緒 言

植物の生活基礎條件としての水分特に土壤水分は、外的條件中最主要なものであると同時に植物に對する其物の意義は極めて多岐に亘つてゐると認める事が出来る。従つて植物營養生理學の見地からは植物體内の水分・外的條件としての空中水分(濕度)及び土壤中の水分等を對象として、植物の生活現象の様相を攻究する植物水分生理學(31, 38)なる一分科さへ劃されてゐる現状である。扨土壤水分と一般植物の生長との間には密接なる關係が存し、その多少により生長量乃至發育度等に差異が現はれる事に就ては吾人の最も普通に知る所であつて、該事項に關する研究は從來多くの人々により植物學上からも將又應用的見地からも種々の目的を以てかなり活潑に行はれ、其業績數も枚舉に遑ない状態である。一方植物體の生長量延ては發育度に相違が現はれる事に關聯して其組成に及ぼす影響に就ても諸學者によつて研究され、乾物(3, 5)・蛋白質乃至窒素(25, 32, 41, 50, 53)・一般炭水化物(3, 24, 25, 32, 37, 40, 41, 51, 53)・無機成分(25, 32, 41, 53)等の含有量と土壤水分との關係に就ての業績も少くない。

翻つて木化現象乃至硬化現象を中心にして植物に對する土壤水分の影響に關する既往の業績に就て見るに、先づ解剖學的に遂行された業績の示す所によると木質部の發達は土壤水分の供給少い場合よりも多き場合に良好だと言はれ(2, 4, 11, 12, 13, 26, 27, 35, 42, 43)、機械的組織の發達及び細胞膜の肥厚も亦土壤水分の供給が豊富なる場合に優ると言はれてゐる(4, 23, 29, 42, 43, 45)。又通導組織の發達に就ては學者により異論ありて、乾燥せる土壤に培養した植物に於てそれが發達は良好だと言つてゐる者もあるが(7, 45)、反對に多濕の土壤に培養した植物の方が優ると言つてゐる者もある(29, 42, 43)。次に細胞膜質の生成乃至含有量と土壤水分との關係を取扱つた業績の示す所によると、ペクチン質は豊富なる土壤水分の供給下に(6)或は植物體内の含水量を増加せしむる如き外界條件下に(20, 21)培養した植物程含量大なる事が知られてゐるが、桑葉の如きに於ては逆に土壤水分の少き場所に培養された植物の葉程含量が多かつたと云ふ成績もある(39)。ヘミセルローズの組成成分たるペントーザンの生成は土壤水分の供給少き場合に促進され(25, 33, 34,

1) 九州帝國大學植物學教室業績 No. 99。本業績は日本學術振興會研究補助金により遂行された業績の一部である。茲に記して感謝の意を表す。

52) 或は斯る状態下に於てヘキソーザンよりペントーザンへの轉化が促されると言はれてゐる (33, 34)。尙植物體内に於ける ペントーザン含量の多少は植物の多肉性の附與乃至保水能に關係すと云はれ、多肉性の基礎はペントーザンの含量大なる事に由來すと言ふペントーザン説さへ行はれてゐる (33, 34)。併し EVANS 氏 (14) が *Kleinia articulata* を材料に用ひ含水量を異にする二種の土壤に一ヶ月間培養した植物の地上部につき細胞液及び細胞膜中の ペントーザン含量を比較した成績によると、細胞膜のヘミセルローズ部分を構成してゐる 1% 及び 12% 鹽酸液可溶のペントーザン含量に差異が認められず結局多肉性に對する ペントーザン 説を支持する事は出來ないと述べてゐる。セルローズ及びリグニンの含量は HENRICI 氏 (25) が諸種草類の發育經過に伴ふ諸成分の變化と氣候との關係につき研究した成績によると、1.4% 鹽酸液に不溶であるセルローズ及びリグニン含量は乾燥期に増加したと述べてゐる。又大橋及び共著者 (41) が三種の土壤水分下に培養した桑葉に於ける粗纖維・セルローズ・リグニン等を比較測定した所によると、稚蠶用の若葉に於ては乾燥區葉程之等三成分の含量は大であつたが、壯蠶用の成熟葉に於ては各區葉間に差異が認められなかつたと言ふ興味ある成績を提供してゐる。尙果樹類の果實特に梨果の石細胞膜は主としてセルローズ及びリグニンより構成されてゐると認められてゐるが (10)、土壤水分の多少はこの石細胞群の發達に關係する事が知られてゐる (1)。

所が正常發育をなさず不良發育例へば乾害を蒙る如き場合に於ては、細胞膜質の消長が正常時に於けるそれと異なる事が知られてゐる。久納氏 (32) は乾害の程度を異にする四種の水稻葉の炭水化物を比較定量して、ペントーザン含量は乾害の程度が激甚な材料程少かりしも糖類 (單糖、複糖) 及び澱粉の含量を合計せる可溶炭水化物の含量は逆に多かつたと言つてゐる。而して同氏は乾害の激甚な材料程 ペントーザン含量少かつた事は可溶炭水化物よりペントーザンへの轉化が乾害の進むに従ひ明白に阻害された爲だと推論してゐる。尙セルローズ・リグニン・クチンの含量と見做し得る粗纖維の含量も亦乾害の程度大なる材料程少き事が同氏によつて指摘されてゐる。又山元氏及び共著者 (53) も桑の乾害葉と健全葉との粗纖維を比較定量して、乾害葉に其含量少き事を認めてゐる。

以上木化現象に重點をおき植物體の解剖學的性質・細胞膜の生成乃至含有量等に及ぼす土壤水分の影響に就ての既往の業績を概観して來た所によると、細胞膜質含量と土壤水分との關係に就ての知見は部分的には可なりの程度に進歩してゐるが、木化現象に關係を持つ主要細胞膜質への綜合的關心と云ふ見地よりすれば未だ必ずしも充分な成果が残されてゐない。そこで著者は木化現象に關係する主要膜質の含量・組織乃至は細胞膜の硬化度等と土壤水分供給度との間に如何なる關係あるかを明にする目的を以て本研究を遂行し、少しく知見を加へる事ができたので茲に報告する事にした。

本研究は九州帝國大學農學部植物學教室に於て額瀨教授指導の下に遂行したものであつて、始終懇篤なる指導を賜はりし同教授及び定量操作につき御示教を忝うしたる森林化學教室西田教授に對し謹みて感謝の意を表する。

II. 研究材料及び方法

四種の草本植物を材料に選び、實驗用植物は豫め準備しおきたる所定の植木鉢に苗を移植し或は播種して培養する事にした。而して適當の大きさに達した時期より土壤の含水量に常に差別をつけて一定日數培養し、以て供試材料を得る事にした。鉢内の土壤水分は専ら灌水の度を加減して差別をつけ、その區別は便宜上低濕區・中濕區・高濕區の三種となした。即ち低濕區は灌水により日中少し葉が凋萎の程度にある様調節した區であり、中濕區は灌水により常に植物が健全な生育をなす様に調節した區であり、高濕區は植木鉢を水を盛りたる大型シャーレ中に浸し或は鉢の下部の孔にゴム栓をさして常に過濕の状態となした區である。土壤水分處理開始に際しては土壤中に小型漏斗（一鉢當二個）の脚部を挿入して爾後の灌水用となし、亦鉢内の土壤面はパラヒンを浸潤せしめた洋白紙で封じ地表面よりの水分蒸發を防ぐことにした。又培養期間各區の鉢内に於ける土壤水分が所期の如く維持されてゐるか否やを知る目的を以て、長さ 11 釐・口径 1.5 釐のコルク穿孔器を用ひて供試土壤を採取して含水量を 4-6 回比較測定して見たが（後記参照）、實驗成績の部に示した如く明かに低濕區・中濕區・高濕區の順序に少・中・多であつた。なほ土壤水分測定用の土壤を採取した時は其都度鉢に填充したと同一土壤を略同量だけ補給した。

斯の如き三種の異なる土壤水分状態下に實驗植物を培養したのであるが、培養場所は終日日光のよく當る植物園内畠（第一種實驗）と硝子室（第二種實驗）との二個所を利用した。而して一定日數土壤水分含量を異にして培養後植物體の地上部を二群宛採取して細胞膜質定量用の材料とした。即ち採取せる材料は生長調査・生量及び乾量の測定・粉碎等をなし供試品とした。細胞膜質の定量 (15) は各々二群の材料につき前回同様に行ひ、其平均値を採る事にした。含量の表示も對粉末容積法 (30) 及び對乾量法の二表示法により表示し、其表示成績を基礎として細胞膜質含量と土壤水分との關係を考察する事にした。又組織及び細胞膜の硬化度は著者の所謂三種硬化率値 (16, 17) を算出して、其數値の大小により硬化度に對する土壤水分の影響を論議する事にした。

III. 實驗成績

1. 第一種實驗に於ける成績

本實驗には供試植物としてヒマハリ及びヒユの二種を使用した。この中ヒマハリは植物園内畠の日光のよく當る場所に播種して苗を仕立て、用ひ、ヒユは同畠内に自生中の若い植物を用ふる事にした。而して兩植物共發育均等な苗を前以て植物園内畠の耕土を一分目篩でふるつた土壤を填充し、更に一鉢當油粕 10 瓦・硫酸 2 瓦を加へて土壤をよく混合して準備しおきたる普通のワグネルポット (1/20000 反) に何れも 1933 年 7 月 25 日移植した。移植時の平均草丈はヒマハリでは 10 釐・ヒユでは 5 釐であつた。兩種植物共各區の鉢數は 3 個宛とし、一鉢當りの個體數はヒマハリは 2 本・ヒユは 3 本とした。活着後移植鉢は日光のよく當る畠内に移し灌水量を加減して土壤水分の差をつけ、兩材料共 8 月 5 日より土壤水分處理の本操作を開始した。操作期間内に降雨ありし時は鉢を屋内に搬入する事にした。斯くして一定期間培養後ヒマハリは 8 月 30 日にヒユは 9 月 6 日に地上部を採取して生長調査・細胞膜質の定量乃至硬化率値の算出を行つた。

各區土壤の含水量測定の結果によると、兩種材料の培養土壤共低濕區・中濕區・高濕區の順序に

明かに少・中・多なる事が認められた(第一表参照)。又生長調査成績によると、伸長生長を意味する草丈・重量乃至容積的生長を指示する一本當地上部の生量・乾量及び乾燥粉末容積は兩種植物共土壤水分の増加に伴ひ大體増加する傾向が認められたが、ヒマハリの草丈・一本當地上部乾量及乾燥粉末容積には低濕區・高濕區植物間に殆んど差がなかつた。尙植物體の含水量はヒマハリにありては中濕區植物は僅かながら低濕區植物より少かつたが、全般的に見ると土壤含水度の増加と共に増加する傾向が示された(第一表)。

第一表：ヒマハリ及びヒユの生長と土壤水分との關係(比數を以て示す)

調 査 項 目	ヒ マ ハ リ			ヒ ユ			
	低濕區	中濕區	高濕區	低濕區	中濕區	高濕區	
土 壤 含 水 量 (乾土%)	100 (5.669)	222	343	100 (5.834)	265	431	
草 丈 (㎝)	100 (71.5)	140	98	100 (67.0)	120	134	
一本當地上部生量 (瓦)	100 (20.510)	149	132	100 (7.827)	113	150	
一本當地上部乾量 (瓦)	100 (3.992)	157	99	100 (2.461)	107	126	
一本當地上部 乾燥粉末容積 (吨)	100 (6.96)	155	97	100 (3.79)	108	125	
植物體 含水量	對生量表示 (%)	100 (80.538)	99	106	100 (68.558)	102	107
	對乾量表示 (%)	100 (443.82)	94	141	100 (218.16)	107	128
	對容積表示(mg/cm ³)	100 (2375)	95	144	100 (1406)	108	130

備考：括弧内の數字は標準値の實數を示す。

所で兩材料に於ける細胞膜質の比較測定を行つた成績を見るに、ペクチン質は土壤水分の増加に伴つて明かに其含量を増加する事が認められ特にヒユ材料にありては其増加度が顯著であつた。一方ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン・全細胞膜質等の含量は餘り顯著ならざるも、寧ろ逆に減少する傾向が認められたが、詳言すると之等の中セルローズ及び全細胞膜質は殆ど差異が認められず増減に一定した傾向あるを認められなかつた。リグニン含量はヒマハリ材料では土壤水分の増加に伴ひ減少する割合が稍明かであつたがヒユ材料では其減少度が僅少であつた。而して今之等の成績を大局から見るに、本實驗の範囲内では植物體の硬化の原因となるセルローズ及びリグニン乃至は植物全體としての骨格を代表し得ると思はれる所の全細胞膜質の生成に對して土壤水分は幾分抑制的な作用をもつもの様であるが、溫度(19)・日光照射度(20)・空中濕度(21)の如き外界條件に比すれば植物體の骨格生成乃至硬化に及ぼす影響は左程顯著なものでない事を思はしめた(第二表)。

又硬化率を算出した成績によると、生體硬化率・乾燥體硬化率及び細胞膜硬化率は何れも土壤水

第二表：ヒマハリ及びヒユの細胞膜質含有量と土壤水分との關係

		a) 對粉末容積法表示 (mg/cm ³)									
		ペクチン質		ヘミセルロース		セルロース		リグニン		全細胞膜質	
		實數	比數	實數	比數	實數	比數	實數	比數	實數	比數
ヒマハリ	低濕區	20.98	100	46.16	100	105.78	100	63.51	100	236.43	100
	中濕區	23.46	112	46.36	100	105.25	99	57.16	90	232.21	98
	高濕區	28.60	136	41.53	90	108.61	103	56.84	89	235.58	100
ヒユ	低濕區	9.62	100	86.96	100	131.66	100	60.24	100	288.48	100
	中濕區	12.45	129	80.73	93	131.70	100	58.83	98	283.71	98
	高濕區	18.74	195	78.88	91	131.54	100	58.14	97	287.30	100
		b) 對乾量法表示 (%)									
ヒマハリ	低濕區	3.657	100	8.043	100	18.433	100	11.067	100	41.200	100
	中濕區	4.050	111	8.000	99	17.990	98	9.869	89	39.909	97
	高濕區	4.888	134	7.099	88	18.568	101	9.715	88	40.270	98
ヒユ	低濕區	1.478	100	13.374	100	20.257	100	9.269	100	44.378	100
	中濕區	1.920	130	12.451	93	20.313	100	9.074	98	43.758	99
	高濕區	2.878	195	12.115	91	20.202	100	8.930	96	44.125	99

備考：1) 兩種材料共採取期に花蕾を形成してゐたが、その發育度は土壤水分の少い區の植物程進んでゐた。

2) 材料採取時に各區植物の分枝度を觀察した所によると、ヒマハリでは中濕區植物に少しく分枝が認められたが低濕區及び高濕區植物には殆ど認められなかつた。又ヒユでは低濕區植物には殆んど認められなかつたが、中濕區及び高濕區植物には明かに認められ其割合は土壤含水量の増加に伴ふて増加した。

分の増加に伴ひ減少する傾向が認められたが、其減少度は生體硬化率が最大にして乾燥體硬化率・細胞膜硬化率の順序に少かつた。而して之等三種の硬化率値が土壤水分の増加に伴ひかかる順序を示した事は表示上の性質によること勿論であるが、一方乾燥體硬化率及び細胞膜硬化率の値の減少度が割合に少かつた事は、既記のセルロース及びリグニン含有量の土壤水分の多少による消長から見て當然なるも、植物體の硬化度と云ふ立場からすれば土壤水分の増加は硬化性を抑制するが其程度は餘り顯著でない事を思はしめた(第三表)。

第三表：ヒマハリ及びヒユの硬化率と土壤水分との關係

		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 (%)		對粉末容積表示 (mg/cm ³)		對重量表示 (%)	
		實數	比數	實數	比數	實數	比數	實數	比數
ヒマハリ	低濕區	5.742	100	29.500	100	169.29	100	71.603	100
	中濕區	5.691	99	27.859	94	162.41	96	69.941	98
	高濕區	4.131	72	28.283	96	165.45	98	70.231	98
ヒユ	低濕區	9.289	100	29.526	100	191.90	100	66.521	100
	中濕區	8.792	95	29.387	100	190.53	99	67.157	101
	高濕區	7.719	83	29.132	99	189.68	99	66.022	99

2. 第二種實驗に於ける成績

本實驗にはコスモス及びトマトを使用することにした。此中コスモスは種苗店より種子（晚咲の一重白色種）を購入し植物園内畝の耕土を填充した口径 15 種高さ 13 種の植木鉢に 1940 年 5 月 3 日に播種したが、5 月 10 日頃半数以上の發芽が認められた。次で 6 月 2 日に一鉢當り 5 瓦の油粕を施し、6 月 12 日に間引して一鉢當り 4-5 本の發育均等の個體を残存せしめた。又トマトは苗を仕立て用ふる事にし、草丈 4.5 種前後に達せし時矢張前記の土壤に油粕を一鉢當り 10 瓦を混じて準備しおきたる口径 17 種・高さ 16.5 種の植木鉢に 1940 年 6 月 15 日一鉢當り 2 個體宛移植を行つた。而して土壤水分處理の本操作開始前迄は畝の中の日光のよく當る場所におき、一樣な管理の下に培養した。兩种植物共各區の鉢數は四個宛とし、一鉢當りの個體數はコスモスは本操作開始直前に 2 個體を残し他は切除したが、トマトは移植時と同數とした。斯の如くして培養中の兩材料は硝子室に持ち來り、第一種實驗に於けると同様な方法によりコスモスでは 6 月 25 日よりトマトでは 6 月 29 日より土壤水分處理の本操作を開始した。而して一定日數後即ちコスモスは 7 月 9 日に、トマトは 7 月 14 日に地上部を採取して生長調査・細胞膜質の定量乃至硬化率の算出等を行つた。

兩种植物の培養期間中各區土壤の含水量を測定した成績によると、低濕區・中濕區・高濕區の順序に明かに少・中・多であつて、所期の目的が達せられた。又生育調査の成績によると、兩材料共伸長生長・重量乃至容積的生長を示す指數たる草丈・一本當り地上部の生量・乾量・乾燥粉末容積は何れも土壤水分の増加に伴ふて増加すること第一種實驗の場合と同様であつたが、其増加度が幾分より判然と認められた。又植物體の含水量も矢張土壤含水量の増加に伴つて増加する事が示された（第四表）。

第 四 表：コスモス及びトマトの生長と土壤水分との關係（比數を以て示す）

調 査 項 目	コ ス モ ス			ト マ ト			
	低濕區	中濕區	高濕區	低濕區	中濕區	高濕區	
土 壤 含 水 量 (乾土%)	100 (5.921)	218	497	100 (5.669)	148	382	
草 丈 (種)	100 (48.4)	138	158	100 (19.7)	157	179	
一本當地上部生量 (瓦)	100 (16.721)	176	241	100 (6.328)	161	255	
一本當地上部乾量 (瓦)	100 (2.739)	135	162	100 (0.932)	134	181	
一本當地上部 乾燥粉末容積	100 (3.93)	140	164	100 (1.35)	136	183	
植物體 含水量	對生量表示 (%)	100 (83.619)	105	106	100 (85.269)	103	105
	對乾量表示 (%)	100 (510.46)	137	159	100 (578.84)	123	148
	對容積表示(mg/cm ³)	100 (3562)	132	157	100 (4011)	121	146

備考：括弧内の數字は標準値の實數を示す。

又細胞膜質含量を比較測定した成績によると、兩種材料共ペクチン質は土壤水分の増加に伴つて其含量を増すことが示され、コスモス材料に於て特に其増加度が判然と認められた。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逆に何れも土壤含水量の増加に伴つて減少する傾向がかなり明かに認められた。併し此傾向はヘミセルローズに於て最も明瞭でセルローズ・リグニン及び全細胞膜質含量の土壤水分の増加に伴ふ減少度は全般的に見ると極めて僅少であつた。之等の成績は大局から見ると第一種實驗のそれと全く同一傾向のものであつて、本實驗の場合に於ても土壤水分は植物體の骨格構成物質特にセルローズ及びリグニンの生成乃至は植物全體としての骨格を意味する全細胞膜質の生成に對し抑制的に作用する事實は認められるも、其作用度は著者が先に記述した如く温度(19)・日光照射度(20)・空中湿度(21)等の外的條件に比すれば軽度のものである事を思はしめた(第五表)。

第五表：コスモス及びトマトの細胞膜質含有量と土壤水分との關係

		a) 對粉末容積法表示 (mg/cm ³)									
		ペクチン質		ヘミセルローズ		セルローズ		リグニン		全細胞膜質	
		實數	比數	實數	比數	實數	比數	實數	比數	實數	比數
コスモス	低濕區	17.33	100	63.31	100	144.70	100	91.34	100	316.68	100
	中濕區	27.08	156	58.50	92	137.59	95	88.76	97	311.93	99
	高濕區	30.02	173	48.55	77	133.90	93	87.07	95	299.54	95
トマト	低濕區	23.23	100	43.49	100	120.82	100	44.61	100	232.15	100
	中濕區	24.08	104	41.04	94	117.92	98	43.78	98	226.82	98
	高濕區	26.85	116	38.78	89	115.39	96	43.52	98	224.52	97
		b) 對乾量法表示 (%)									
コスモス	低濕區	2.483	100	9.073	100	20.736	100	13.088	100	45.380	100
	中濕區	4.012	162	8.672	96	20.364	98	13.157	101	46.205	102
	高濕區	4.366	176	7.058	78	19.481	94	12.669	97	43.574	96
トマト	低濕區	3.353	100	6.277	100	17.436	100	6.438	100	33.504	100
	中濕區	3.512	105	5.987	95	17.202	99	6.386	99	33.087	99
	高濕區	3.926	117	5.671	90	16.874	97	6.363	99	32.834	98

備考：材料採取時に於ける分枝度を觀察した所によると、コスモスでは低濕區植物には殆ど分枝が認められなかつたが、中濕區及び高濕區植物にはそれが認められ其程度は土壤水分の多い區の植物程大であつた。又トマトは各區植物共分枝をなし其程度は土壤水分と共に矢張増加した。

尙硬化率値を算出した所によると、三種の硬化率は何れも土壤水分の増加と共に其値を減ずる事が認められたが、乾燥體硬化率はその減少度が僅少であり細胞膜硬化率の減少度は極めて僅少にして各區植物間に殆んど差異がないと言つてよい程度であつた。之等の成績は第一種實驗の硬化率に關する成績と大體一致するものであり、結局本實驗の場合に於ても植物體の硬化度殊に乾燥體から見た硬化度に對する土壤水分の影響は左程著明なものでない事が認められた(第六表)。

之を要するに兩種實驗成績によると、ペクチン質は土壤水分の増加に伴ひ明かに其含量を増加す

第六表：コスモス及びトマトの硬化率と土壤水分との關係

	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 (mg/cm ³)		對重量表示 (%)	
		實數	比數	實數	比數	實數	比數	實數	比數
コスモス	低濕區	5.494	100	33.824	100	236.04	100	74.536	100
	中濕區	4.206	77	33.521	99	226.35	96	72.564	97
	高濕區	3.535	64	32.215	95	220.97	94	73.770	99
トマト	低濕區	3.516	100	23.874	100	165.43	100	71.260	100
	中濕區	2.908	83	23.588	99	161.70	98	71.290	100
	高濕區	2.436	69	23.237	97	158.91	96	70.778	99

るが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び四種細胞膜質の含量を以て示されたる全細胞膜質の含量は餘り顯著ではないが寧ろ逆に減少する傾向ある事が明になつた。而してセルローズ・リグニン及び全細胞膜質の含量の土壤水分の増加に伴ふ減少度は全般的に見ると甚だ僅少なる事が認められた。組織乃至細胞膜の硬化度も土壤水分の増加に伴つて減少する傾向が認められたが、乾燥組織及び細胞膜の硬化度を示す指數の減少度は極めて僅少であつた。

IV. 考 察

上記の研究成績中参考的行つた生長調査の結果によると本研究に用ひた條件の範圍内に於ては植物の伸長生長・重量乃至容積的生長を示す指數たる植物體の草丈・一本當り地上部の生量・乾量及び乾燥粉末容積は何れも土壤水分の増加に伴ふて増大する結果が得られたが、之等の成績は全般的に見ると既往の土壤水分と生長との關係に就て行はれた多數の業績に一致してゐる所である。但し四種材料中獨りヒマハリ材料に於て必ずしも之等の生長度を示す指數が土壤の含水度の増加と並行しなかつたのは、植物の種類により水分要求度が異なる事乃至は一定乾量生成に要する水分量即ち要水量は植物の種類により一樣でないと言ふ在來の普通の知見よりすれば、當然首肯できる結果と思はれる。又植物體の水分含量は土壤水分の増加と共に増大する傾向が認められたが、この成績も在來普通に知られてゐる知見と同一の結果であり今更敢て論議する必要もないと思ふ。

扱此處に本研究の細胞膜質含量と土壤水分との關係に就ての成績と既往の此種の研究成績とを比較して見るに、一致の點もあるが亦不一致の點もありて此點甚だ興味ある所であるが、以下かゝる一致或は不一致の成績を得たる理由に就て論議して見たい。

先づペクチン質は著者の實驗では土壤水分の増加に伴ふて其含量を増加する事が認められたが、この成績は BUSTON 氏 (6) が述べてゐる様に充分なる土壤水分供給下に於て急速な生長をなす時期にペクチン質の生成は多いと云ふ事と意義を等しくした成績である。又著者が先に細胞膜質含量に及ぼす日光照射度・空中濕度の影響に就ての研究に於て、日光照射度の減少・空中濕度の増加等は植物體内の水分含量を高めると同時にペクチン質の含量を増加せしめると言ふ事實 (20, 21) を見た事と本研究成績に於ける高濕區の植物程含水量が大であつた事等を考慮に入れて論議する

時は、植物をして充分なる土壤水分供給下に培養して生長を促し同時に体内含水量を高める如き條件はペクチン質の生成を促進するものの如くであり、従つて含水度高き土壤の植物程ペクチン質の含量が多かつたものと思はれる。所が中島氏 (39) によると桑葉にありては土壤水分の多い土壤よりも少い土壤に培養された植物の葉程全ペクチン質として定量した値は多かつたとの事であるが、氏のこの成績は著者の得た結果と反對の傾向になつてゐる。この相違は恐らく著者は地上部を供試した事・全ペクチン質としてでなく細胞膜中のペクチン質を定量した事等に起因してゐるものの如くである。

ヘミセルローズの含量は低濕區・中濕區・高濕區植物の順序に少いと認められたが、此結果はヘミセルローズの組成部分たるペントーザンの生成は土壤水分の供給少き場合に促進され (25, 33, 34, 52) 或はかゝる状態下に於てヘキソーザンよりペントーザンへの轉化が促されると云ふ在來の知見 (33, 34) と類似の成績であり、又 VASSILIEV 及び VASSILIEV 兩氏 (51) が小麦の耐乾性に就ての研究に於て耐乾化處理過程中に於ける諸種炭水化物含量の比較測定をした成績によると、處理區の植物は無處理區即ち標準區の植物よりヘミセルローズの含量が大にしてしかもこの耐乾化處理により形成された体内状態は非復歸的となり固定するに至ると述べてゐるが、この成績とも類似してゐる。それは兎も角とし土壤水分供給度の少き區の植物程ヘミセルローズ含量が多かつた事はヘミセルローズ其物の生理的意義及び各區植物の生長度の相違から説明がつく様に思はれる。ヘミセルローズの生理的意義に就ては從來あらゆる角度から論議されてゐるが、この成分は植物の生長に利用されると云ふ事も相當重視されてゐる (36, 48)。今この生長に關與すると云ふ知見と本研究の生長調査の示す如く土壤の含水量高き區の植物程生長量大であつた事とを併せ考ふる時は、低濕區の植物程生長期間其物が永く不活潑状態におかれた事になり高濕區の植物程これと反對の状態に永くおかれた事になり、従つて低濕區植物体内に蓄積されたヘミセルローズは貯藏的となるが一方高濕區植物にありては生成されたヘミセルローズは生長に利用され貯藏される機會が少かつた爲に、かゝる結果を得たものと思はれる。併しながら本研究のヘミセルローズの成績は久納氏 (32) が四種の乾害の程度を異にする稻藁につき得たる成績即ちヘミセルローズの構成分なるペントーザン含量は乾害の激甚な材料程少かつたが、糖類・澱粉の合計値たる可溶炭水化物の含量は之と反對な傾向が認められ、此事實よりして乾害の甚しき材料程ペントーザンの含量少かりしは可溶炭水化物よりペントーザンへの轉化が阻害された爲であると云ふ成績に比すれば相反的结果になつてゐる。所で著者の成績と久納氏のそれとが何故に不一致を示したかを考察せんに、久納氏の用ひた材料は氏の材料に關する記述に明かなる如く正常生長をなさずして著しく不良な環境即ち乾燥と強烈な日照を伴つた條件下で不良生長を遂げたものなること、又年齢の點より見ればたとへ相當の生長日數を経過したるも早期に老成の域に達してゐたものの如く推察され、結局著者の材料に比すれば氏の材料は極端な乾燥状態に培養されたものであることに歸し得る様である。即ち從來の文献の示す所によると極端な乾燥状態に植物を培養する時には一般に炭酸同化作用は阻害され、砂糖・澱粉の如き同化生産物の生成も減退すると言はれてゐるが (8, 9, 28, 46, 47, 49), 此事を基礎として考察して見ると氏の分析した材料に關する限り乾害の程度の甚しき材料程同化生産

物の蓄積乃至其の利用は少く延ては ベントーザンへの轉化も亦減退したものなる事は想像に難くない。従つて氏の材料に於て得たる成績は氏の材料に關する限りに於て寧ろ當然の事であり、著者の成績と一致せざる原因は主として供試材料の培養條件の相違に歸着し得る様に思はれる。

セルローズ及びリグニンの含有量は本研究の成績範圍では之を全般的に見ると土壤水分の増加に伴つて僅少ではあるが減少する傾向が認められたが、この成績は傾向に於ては HENRICI 氏 (25) の所論と同一のものであり割合の點から見れば大楠及び共著者 (41) が三種の異なる土壤水分下で培養した桑葉のセルローズ及びリグニン含量を比較・測定して得たる成績と類似のものである。即ち同氏等は若葉にありては乾燥區葉程之等二成分の含量は大であつたが、成熟葉に於ては各區葉間に差異が認められなかつたと言つてゐるのである。所で先づ之等二成分の含量が土壤水分の増加に伴ふて幾分減少した理由に就て考察したいと思ふのであるが、これが爲には土壤水分供給度の多少の結果として起つた各區植物の地上部に於ける外部形態的變化を基礎にして考察することにより説明し得る様である。生長調査の成績によると、伸長生長乃至生量及び乾量から見た重量的生長は何れも土壤水分の増加に伴ふて増加し、植物體の分枝度も亦同様な順序を以て増加したのであるから、高濕區の植物程生長過程中に新生部分即ち幼若組織が常に附加されつゝあつたと認めることができ、此に反して低濕區の植物は生長が緩慢にして植物組織は成熟乃至老成への一途を辿りつゝあつたと認める事が出来る。此事は PENFOUND 氏 (42) の言ふ如く、低濕區植物は生長が不活潑状態にあるが、高濕區の植物はそれが活潑状態にあると言ふ事から見ても當然の様に思はれる。されば高濕區の植物程生長量は大であつたが、發育度と言ふ點から見れば低濕區の植物程全般的には進捗してゐたものと推察できる。従つて土壤水分の増加に伴ふてセルローズ及びリグニンの含量が減少したものと解せられる。

然しながら土壤水分の多少に伴ふセルローズ及びリグニンに於ける之等の成績は、一二の學者等が正常組織と乾害を蒙つた組織とに於けるセルローズ及びリグニン含量を粗纖維として定量しその含量は乾害材料程少かつたと言ふ成績 (32, 53) に比すれば不一致の結果である。此事は既記のヘミセルローズの消長に關して考察した如く、之等の學者等の用ひし乾害材料は著者の材料に比較すれば、過乾な土壤で而も強烈な日射を伴ふことにより不良發育を遂げたものであるため、かかる材料は生長過程中に於ける同化作用の如きも著しく低下しベントーザンの如き物の生成も阻害されると言ふ知見 (32) よりすれば、同化生産物を基幹として生成されるセルローズ・リグニン及びクチンの含量としての粗纖維含量が乾害材料程少かつたのが寧ろ當然である。従つて本著者の成績が之等の學者等のそれと一致しなかつたことには何等矛盾はないと思はれる。

四種細胞膜質の合計値を以て示されたる全細胞膜質の含量は土壤水分の増加に伴ひ減少することが認められたが、これは土壤水分の増加に伴ひペクチン質は其含量を増加したに關はらず、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニンは僅少ながら減少の傾向にあり、又之等四種の細胞膜質中セルローズの含量が最大であつたため、主として此物の變化に支配されたと見るべきであり、土壤水分の相違による差異の殆んど認められざりしは結局表示法の性質に起因してゐること明かである。

次に土壤水分の多少と硬化度との關係成績を見るに、生體硬化率・乾燥體硬化率・細胞膜硬化率

の値は何れも 土壤含水量の増加に伴ふて減少するも 後二者の減少度は極めて僅少なる事が認められたが、此事は既記の各種細胞膜質特にセルローズ及びリグニン含有量の消長に就て論議した所により自明の事であるため今更論議の必要もあるまい。但し生體硬化率値が他種の硬化率値に比し土壤水分の相違による差異が可なり判然と認められたのは、高濕區の植物程含水量大であつた事に起因してゐる事明かである。

尙土壤水分の増加に伴ふ セルローズ・リグニン乃至全細胞膜質の含量の減少度が割合に僅少であつたのは、本實驗に於ける土壤水分の範囲内ではセルローズ及びリグニンの生成に或は植物全體としての骨格生成に對して、吾人の考ふる如く顯著な影響を及ぼすものでない事を示してゐるものと思はれる。亦この言説は組織及び細胞膜の硬化度に對しても適用し得ること勿論である。

更に上記の四種細胞膜質の含量及び三種の硬化率と土壤水分との關係に就ての成績は、植物體の發育度とは如何なる關係にあるかと言ふ事を考察するのも興味あることである。勿論本成績は發育度其物を中心にして見た場合には著者の曩に指摘した言説 (16, 17, 18) に一致する所であるが、本研究の材料は何れも土壤水分の増加に伴ふて生長と發育の兩現象が相並行しなかつたため、動もすれば之等の研究成績の傾向が同一でないかの如く思はれる點があると思惟されるので、その相互間の關係に就て論及しておきたいと思ふ。元來生長及び發育の兩現象は普通同一概念の中に含ませて取扱はれてゐる傾きがある様であるが、嚴密なる意義よりすれば前者は量的現象であり後者は質的現象と見るのが至當である。勿論生長と發育とが相伴ふて進行する場合もあるが、生長が増大する所發育も亦これと正比例的に進捗するとは言へない。所で曩に行ひたる植物體内に於ける細胞膜質含量及び硬化度の分布に關する研究 (16) に於ける供試材料は發育程度を明かに區別して用ひたものなる事、又發育經過に伴ふ細胞膜質含量及び硬化度の變化に關する研究 (18) に於ける供試材料は發生する側芽の如きは發生の度毎に除去して新生部分即ち幼若組織の附加を人工的に抑制したものであるから、何れの場合も生長と同時に發育も亦進捗した材料と認める事が出来る。然るに本研究の材料は何れも土壤水分の増加に伴ふて分枝度が増大し而も之等の新生附加部は切除しなかつたのであるから、低濕區・中濕區・高濕區植物の順序に幼若組織の附加量が多かつたと推察するこゝろができ、従つて發育度と言ふ點よりすれば土壤水分の多い區の植物程發育度其物は進捗しなかつたと認める事が出来る。かく考察を進める時は本研究の成績は、ペクチン質は發育の進んだ材料に少く或は發育經過に伴ふて減少するが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質の含量及び三種の硬化率値は逆に發育の進んだ材料に大きく或は發育經過に伴ふて増加すると言ふ前行研究の成績 (16, 17, 18) に一致する譯である。

又本研究の成績を木化現象に關聯して行はれた植物體の解剖學的相違と土壤水分との關係に就ての既往の業績と比較・論議するのも亦興味ある事である。扱從來の研究業績の示す所によると、土壤水分の供給度大なる土壤に培養された植物程木質部の發達・細胞膜壁の肥厚等も大にして (2, 4, 11, 12, 13, 26, 27, 35, 42, 43), 従つて機械的組織 (4, 23, 29, 42, 43, 45)・通導組織 (29, 42, 43) 等の發達も良好なりと言はれてゐる。この知見と本研究のセルローズ・リグニン・全細胞膜質の含量乃至硬化度の成績を比較して見るに相容れざる點がある。然らばこの疑義をいかに説明す

るかと言ふことになるが、此事は次の如く論議する事により略首肯できると思はれる。従來に於ける外的條件の相違による植物基本器官の解剖學的差異に關する研究に於ては、多くの場合供試材料の採取と言ふ見地よりすると便宜上植物體の一定部位の器官を採取して研究が行はれてゐる傾きがある。斯の如く器官の一定部位を供試して比較された成績は、其部分に關しては真相を示し且又或程度迄その植物全體としての器械的組織乃至通導組織の發達度の相違を示してゐると見做しても大過なきもの様であるが、嚴密なる意味に於ては其結果に對する信用度は少いと認めねばなるまい。所で本研究に於ける生長調査成績によると、土壤水分の増加に伴ひ生長量が増加し分枝現象の如きも進行したのであるから、植物全體として見れば既記の如く多濕區の植物程幼若組織の附加量は大であつたと見て大過ない様である。して見ると比較材料を一定部位から供試して行つた解剖學的業績と地上部全體を供試して行つた化學分析的成績とに不一致あることも首肯出来る事と思はれる。此種の研究にありては比較材料の採取方法・年齢の問題は可なり重要な事項にして過去に於ても諸學者により可なり論議が行はれてゐる様であり、MAXIMOV 氏 (38) の如きは RIPPEL 氏 (45) が *Synapis alba* を用ひ土壤水分供給度と葉・莖の解剖的差異特に通導組織の發達度との關係成績を注視し、此種の研究には一定部位の葉・莖に限らず種々の高さにある葉・莖を供試し以て比較實驗を行ふ事の重要なるを述べてゐるのである。又 PENFOUND 氏 (42, 43) は種々の植物を材料とし、土壤水分の多少と葉・莖・根の解剖學的相違に關する研究に於て、極めて若い材料では土壤水分の相違による差異が何れの器官にも認められないが生長の進捗した材料では其差異が判然と認められたと言つてゐる。氏のこの成績は大楠及び共著者 (41) が桑葉のセルローズ及びリグニン含量と土壤水分との關係の研究に於て、若葉では之等二成分は乾燥區葉程多かつたが成熟葉に於ては各區葉間に差異が認められなかつたと言ふ成績に比較して見ると、結果に於て相反的のものであるが甚だ興味を感じずるものがある。尙 PENFOUND 氏 (42) は土壤水分の多きことは器械的組織の發達に好都合の様であるが、的確なる結論を得るためには莖の器械的組織の總斷面積に對する總葉面積の割合に就て周到なる研究が必要であり、又通導組織の發達と土壤水分との關係に就て言へば矢張水分の増加に伴ひ本組織の發達は良好であつたけれども、本問題は今尙未解決に残されてゐると見るべきだと言つて居り、立入つた論議を差控へてゐるのである。斯の如く解剖學的行はれた此種研究の既往の成績と本研究の成績とを比較論議してきた所によると、土壤水分の多少による植物の解剖學的相違の成績と定量分析的成績とを比較・検討するためには、比較材料に於ける採取方法・年齢の如何は勿論葉と莖との生長量の多少即ち葉的生長量及び莖的生長量の割合・器官別による本來の木化性の差異等に對し鋭き觀察眼を向けることの重要なることを示唆してゐる様である。

以上の如く細胞膜質の含量及び硬化度は土壤水分の多少によりそれぞれの程度に相違ある事が示されたが、土壤水分其物は之等の相違に對して直接的に作用するのかそれとも間接的にかと言ふ問題が起つて來る。所で植物は土壤水分に對する反應として含水量・生長速度乃至生長量に差異を生じ、此事に關聯して發育度に相違が表はれてくる事には異論がない事と思はれる。別言すれば土壤水分の多少により異つた體內性狀をもつた植物ができ、之等の植物は當然細胞膜質含量に差異

を生じ且又この相違に由來する硬化度にも差異が起る事明である。されば細胞膜質含量及び硬化度に對する土壤水分の影響は著者の指摘した如く、溫度(19)・日光照射度(20)・空中濕度(21)等の外的條件と同様に間接的に作用する所大であると認めるのが穩當の様である。GÄUMANN氏(22)も亦小麥を種々の溫度で發芽させ幼植物の細胞膜質含量の多少は發芽溫度の直接的函數でなく生長速度の函數であると結論してゐるのである。氏のこの考へは外的條件としての溫度の影響振りを間接的と認めてゐること明かである。

最後に本研究成績の應用的價值に就て一言せんに、以上の如く土壤水分を異にして培養した植物體に於ける主要細胞膜質たるセルローズ及びリグニンの含量の相違乃至組織及び細胞膜の硬化度の相違に關する成績は、土壤水分調節下に或は水分含量が變化し易い土壤に食用・飼料・肥料及び其他に利用する諸種の植物を栽培する場面に對して有意義なる基礎的知見を提供するものと思はれる。又種々の土壤水分下に培養された植物體乃至は乾燥期及び多濕期等に培養された植物體の利用價值の一端を判定する指針を與ふるものと思はれる。

V. 摘 要

1) 本論文はヒマハリ・ヒユ・コスモス・トマトの四種植物を材料に用ひ、三種の異なる土壤水分下にて一定期間鉢栽培後全地上部を採取して材料となし、主要細胞膜質の含有量及び硬化度に對する土壤水分の影響に就て研究した成績を記述したものである。

2) 土壤水分は低濕區・中濕區・高濕區の三種に區別し、その調節は灌水量及び灌水方法を異にして行つたが略所期の目的が達せられた。植物の培養は戶外と硝子室とで行ひ、前者を第一種實驗後者を第二種實驗となした。但し成績から見ると此兩種實驗法の結果は大同小異であつた。

3) 細胞膜質としてはペクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ及びリグニンを定量し、之等四成分の含量を以て全細胞膜質とした。而して之等膜質の含量は對粉末容積法及び對乾量法により表示した數値により考察する事にした。又組織及び細胞膜の硬化度は著者提案の三種の硬化率値を算出して比較・考察することにした。尙參考として供試材料採取の際生長調査及び含水量の測定をも行つた。

4) 生長調査の成績によると、草丈・一本當地上部生量及び乾量は一般に土壤水分の増加に伴ひ増加する事が認められた。植物體の水分含量も矢張土壤水分の増加に伴ふて増大することが示された。又各區植物の分枝度は低濕・中濕・高濕區植物の順序に少・中・多であり、土壤水分の多い區の植物程新生部分即ち幼若組織の附加量が大であつた様に思はれた。従つて此事と伸長乃至重量生長量とを合せ考ふる時は、植物全體としては土壤水分の多い區の植物程生長量は大であつたが、發育度は反對な關係にあつた事が推察された。

5) 細胞膜質含量と土壤水分の多少との關係に就ての成績によると、ペクチン質は土壤水分の増加に伴ふて其含量を増加したが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質は反對に其含量を減少する傾向にある事が認められた。然し後三者の減少度は全般的に見ると僅少であつた。

6) 硬化度と土壤水分の多少との關係に就ての成績によると、生體硬化率・乾燥體硬化率及び細胞膜硬化率は何れも土壤水分の増加に伴ふて其値を減少する事が認められたが、後二者の減少度は割合に僅少であつた。

7) セルローズ・リグニン・全細胞膜質の含量乃至硬化度を示す指數が土壤水分の多少により判然と認められず寧ろ僅少であつた事は、植物體の骨骼組成分の生成乃至は此に由來する硬化度に對して土壤水分の多少は左程顯著な影響を及ぼすものでない事が推察された。

8) 土壤水分の植物體の骨骼組成分乃至硬化度に對する影響振りは、土壤水分の多少によるセルローズ・リグニン及び全細胞膜質等の含量乃至は硬化率値の相違・生長量及び分枝度の相違等を比較して論議する時は、主として植物體の發育度に支配されると見るのが至當の様に思はれた。

引用文獻

- 1) 安藤茂市・岩垣駿夫 (1936): 灌水が和梨二十世紀樹の生育並に果實の發育、形質に及ぶ影響. 第 I 報. 和梨灌水試験成績. 農及園. II: 2609-2621. 2853-2866.
- 2) ANTEVS, E. (1925): The big tree as a climatic measure. Carn. Inst. Wash. Publ. 352.
- 3) ARCHBOLD, H. K. (1928): Chemical studies in the physiology of apples. IX. The chemical composition of mature and developing apples, and its relationship to environment and to the rate of chemical change in store. Ann. Bot. 42: 541-566.
- 4) BARSS, A. F. (1930): Effect of moisture supply on the development of *Pyrus communis* Bot. Gaz. 90: 151-176.
- 5) BROOKS, R. E., and MACGILLIVRAY, J. H. (1928): Studies of tomato quality. II. Effect of soil moisture upon the percentage of dry matter in the fruit. Jour. Assoc. Offic. Agric. Chem. II: 389-393.
- 6) BUSTON, H. W. (1935): Observations on the nature, distribution and development of the certain cell-wall constituents of plants. Biochem. Jour. 29: 196-218.
- 7) CANNON, W. A. (1905): Water-conducting systems of some desert plants. Bot. Gaz. 39: 397-408.
- 8) DASTUR, R. H. (1924): Water content, a factor in photosynthesis. Ann. Bot. 38: 779-788.
- 9) — (1925): The relation between water content and photosynthesis. Ibid. 39: 769-786.
- 10) DORÉE, C., and BARTON-WRIGHT, E. C. (1926): The stone cells of the pear. Biochem. Jour. 20: 502-506.
- 11) DOUGLASS, A. E. (1914): A method of estimating rainfall by the growth of trees. Carn. Inst. Wash. Publ. 192.
- 12) — (1919): Climatic cycles and tree growth. Ibid. 289. I.
- 13) — (1928): A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity. Ibid. II.
- 14) EVANS, H. (1932): The pentosan content of *Kleimia articulata*. Biochem. Jour. 26: 1093-1100.
- 15) 藤田光 (1935): 高等植物に於ける細胞膜質の消關係特に木化現象に關する生理學的研究 第 I 報. 採用した植物體内主要細胞膜質の定量法の記述並びに量的比較表示法の吟味. 九大農・學藝誌. 6: 387-403.
- 16) — (1940): 同上. 第 III 報. 植物體内に於ける各種細胞膜質及び硬化度の分布. 同誌. 9: 219-234.
- 17) — (1941): 葉質判定の一方法としての組織硬化度並に其表示法. 植及動. 9: 331-338.
- 18) — (1941): 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 IV 報. 植物體の發育經過に伴ふ各種細胞膜質含有量及び硬化度の變化. 九大農・學藝誌. 9: 472-492.

- 19) — (1941): 同上. 第 V 報. 細胞膜質含有量及び硬化度と溫度との關係. 同誌. 9: 512-525.
- 20) — (1942): 同上. 第 VI 報. 細胞膜質含有量及び硬化度と日光照射度との關係. 同誌. 10: 183-194.
- 21) — (1942): 同上. 第 VII 報. 細胞膜質含有量及び硬化度と空中濕度との關係. 同誌. 10: 220-232.
- 22) GÄUMANN, E. (1932): Der Einfluss der Keimungstemperatur auf die chemische Zusammensetzung der Getreidekeimlinge I. Zeitschr. f. Bot. 25: 385-461.
- 23) HABERLANDT, G. (1918): Physiologische Pflanzenanatomie. 5 Aufl. Leipzig.
- 24) HENDRICKSON, A. H., and VEIHMEYER, F. J. (1927): Some results of studies on the water relations of clingstone peaches. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 24: 240-244.
- 25) HENRICI, M. (1928): The relations between the amount of carbohydrates in the leaves of Armoedsvlakte grasses and the meteorological factors. Union So. Afric. Agric. Rept. 13/14: 1041-1074.
- 26) HUNTINGTON, E. (1914): The climatic factors as illustrated in arid America. Carn. Inst. Wash. Publ. 192.
- 27) — (1925): Tree growth and climatic interpretation. Ibid. 352.
- 28) ILJIN, V. S. (1923): Einfluss des Wassermangels auf die Kohlenstoffassimilation durch die Pflanzen. Flora. 116: 360-378.
- 29) KOHL, F. G. (1886): Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. Braunschweig.
- 30) KÔKETSU, R. (1924): Über den Gehalt an Trockensubstanz und Asche in einem bestimmten Volumen Gewebepulver als Indizium für den Gehalt des Pflanzenkörpers an denselben Konstituen. Jour. Dept. Agric. Kyushu Imp. Univ. 1: 151-162.
- 31) 額綱理一郎 (1932): 植物水分生理. 東京.
- 32) 久納佑孚 (1940): 旱魃が水稻葉の組成に及ぼす影響に就て. 日本・土・肥・雜誌. 14: 761-769.
- 33) MACDOUGAL, D. T., and SPOEHR, H. A. (1918): The origination of xerophytism. Plant World. 21: 245-249.
- 34) —, RICHARDS, H. M., and SPOEHR, H. A. (1919): Basis of succulence in plants. Bot. Gaz. 67: 405-416.
- 35) — (1924): Growth in trees. Carn. Inst. Wash. Publ. 350.
- 36) MALHOTRA, R. C. (1932): The distribution of some reserve substances in hard winter wheat plant at successive growth stages and their possible utilisation. Jour. Agric. Sci. 22: 485-496.
- 37) 松本五郎・勝谷信一 (1940): 旱害に對する二三の化學的考察. 第 3 報. 鹽害其他. 日本・土・肥・雜誌. 14: 289-298.
- 38) MAXIMOV, N. A. (1929): The plant in relation to water. English translation. London.
- 39) 中島茂 (1931): 桑葉のペクチン質に關する研究. 日本蠶糸學雜誌. 2: 381-390.
- 40) — (1940): 桑園立地と葉質との關係 (第 I 報). 長野縣各地より採集せる桑葉の成分. 蠶桑要報. 9: 161-174.
- 41) 大橋平三郎及共著者 (1935): 土壤水分を異にする桑葉の飼料的價值並に桑品種の土壤乾燥に對する抵抗力の強弱に就て. 熊本蠶業試驗場報告. 3: 379-418.
- 42) PENFOUND, W. T. (1931): Plant anatomy as conditioned by light intensity and soil moisture. Amer. Jour. Bot. 18: 558-572.
- 43) — (1932): The anatomy of the castor bean as conditioned by light intensity and soil moisture. Ibid. 19: 538-546.
- 44) POHL, F. (1926): Vergleichende Anatomie von Drainagezöpfen, Land- und Wasserwurzeln. Beih. Bot. Centrabl. 42: Abt. 1. 229-262.

- 45) RIPPPEL, A. (1919): Der Einfluss der Bodentrockenheit auf den anatomischen Bau der Pflanzen, insbesondere von *Synapis alba*, etc. Ibid. 36: Abt. 1. 187-260.
- 46) SCHNEIDER, G. W., and CHILDERS, N. F. (1941): Influence of soil moisture on photosynthesis, respiration, and transpiration of apple leaves. Plant Physiol. 16: 565-583.
- 47) 玉置文 (1931): 葉内同化物質含有量に對する凋萎の影響に就ての組織粉末法利用による研究. 九大農學雜誌. 4: 560-569.
- 48) TOTTINGHAM, W. E., ROBERTS, R. H., and LEFKOVSKY, S. (1921): Hemicellulose of apple wood. Jour. Biol. Chem. 45: 407-414.
- 49) TUMANOV, J. J. (1927): Ungenügende Wasserversorgung und das Welken der Pflanzen als Mittel zur Erhöhung ihrer Dürre-resistenz. Planta. 3: 391-480.
- 50) 潮田常三 (1940): 桑樹の生育特に葉質に及ぼす窒素施用量の影響. 日本蠶糸學雜誌. 11: 198-200.
- 51) VASSILIEV, I. M., and VASSILIEV, M. G. (1936): Changes in carbohydrate contents of wheat plants during the process of hardening for drought resistance. Plant Physiol 11: 115-125.
- 52) WOOD, T. G. (1932): The physiology of xerophytism in Australian plants. The carbohydrate metabolism of plants with tomentose succulent leaves. Australian Jour. Exp. Biol. and Med. Sci. 10: 89-95.
- 53) 山元勝・井上善雄・藤田豊 (1940): 旱害桑並に旱害處理桑給與と蠶兒飼育との關係. 蠶糸界報. 49: 27-30.

PHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE VERÄNDERUNG
• DER MEMBRANSTOFFE AN DEN HÖHEREN PLANZEN MIT
BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER VERHÖLZUNG. VIII.
EINFLUSS DER BODENFEUCHTIGKEIT AUF DEN MEMBRAN-
STOFFGEHALT UND DEN VERHÄRTUNGSGRAD
DER PFLANZEN

(Zusammenfassung)

Teru FUJITA

Die Beziehung zwischen dem Gehalt an verschiedenen Membranstoffen des Pflanzenkörpers und der Bodenfeuchtigkeit ist noch nicht genügend bekannt. Um einige Beiträge zu dieser Frage zu erbringen, wurde diese Untersuchung mittels Topfkultur-Materialien von *Helianthus annuus*, *Amaranthus inamoenus f. viridis*, *Cosmos bipinnatus* und *Solanum Lycopersicum* ausgeführt.

Der Grad der Bodenfeuchtigkeit wurde erzielt in drei verschiedenen Stufen, und zwar hauptsächlich durch die Regulierung der Bewässerung. Der Gehalt des Bodenwassers jeder Klasse wurde drei- oder viermal während der Kultur gemessen. Der Wassergehalt in drei verschiedenartig behandelten Böden, gegeben durch die prozentuale Beziehung auf das Trockengewicht des Bodens, betrug im Durchschnitt 5.669, 12.560, 19.442 % bei *Helianthus*, 5.834, 15.445, 25.171 % bei *Amaranthus*, 5.921, 12.886, 29.434 % bei *Cosmos* und 5.669, 8.388, 21.678 % bei *Solanum* beziehungsweise.

Als Versuchsmaterialien wurden die oberirdischen Teile der Pflanzen nach 25-tägiger bei *Helianthus*, 32-tägiger bei *Amaranthus*, 14-tägiger bei *Cosmos* und 15-tägiger Feuchtigkeitsbehandlung bei *Solanum* benutzt. Mittels der in der ersten Mitteilung dieser Untersuchung beschriebenen Methode wurde der Gehalt an Pektinstoffen, Hemizellulose, Zellulose und Lignin bestimmt. Dabei wurde der Gehalt der Membranstoffe sowohl durch die Pulvermethode von KÔKETSU als auch durch die prozentuale Angabe auf das Trockengewicht ermittelt. Der Verhärtungsgrad des Gewebes und der Zellmembran wurde nach den vorher vom Verf. aufgestellten 3 Verhärtungsindexen beurteilt, die in der dritten Mitteilung dieser Untersuchung veröffentlicht sind.

Die Ergebnisse gegeben durch die beiden oben erwähnten Ausdrucksweisen stimmten im ganzen überein voneinander, und zwar zeigten, dass der Gehalt an Pektinstoffen um so grösser, der Gehalt an Hemizellulose, Zellulose, Lignin und Gesamtmembranstoff um so geringer war, je höher

die Bodenfeuchtigkeit war. Aber die Veränderung des Gehaltes an den drei Letzteren, die der Verschiedenheit der Bodenfeuchtigkeit begleitet ist, war im allgemeinen nicht gross. Auch wurde es bemerkt, dass alle Werte des Verhärtungsindex der Frischsubstanz, des Verhärtungsindex der Trockensubstanz und des Verhärtungsindex der Zellmembran um so geringer war, je höher die Bodenfeuchtigkeit war. Aber der Grad der Veränderung an den beiden Letzteren war gleichfalls nicht gross, wie es bei der Veränderung des Gehaltes an Zellulose, Lignin und Gesamtmembranstoff der Fall war.

Wir können also wenigstens sagen, dass höhere Bodenfeuchtigkeit die Ligninbildung oder die Verholzung nebst der Verhärtung des Gewebes vermindert, aber dass diese Erscheinung ist nicht bedeutend, falls, wie diese Versuche geplant war, andere äussere notwendige Entwicklungsbedingungen nicht ungünstig bestehen.

Botanisches Institut, Kyushu Kaiserliche Universität.