

植物體の多汁度を比較する方便としての組織粉末比重と細胞液濃度

山下, 知治
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20942>

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 9 (1), pp.35-48, 1940-07. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利関係：

植物体の多汁度を比較する方便としての 組織粉末比重と細胞液濃度¹⁾

山下 知 治

(昭和十五年六月一日受理)

I. 緒 言

先づ多汁度なる語の示す意義であるが、従來は明確な定義もなく漠然と用ひられ、従つて此の多汁度を數量的に表示する方法も區々で中には非合理的と思はれるものさへある。元來多汁度とは單なる含水量のみを意味せず、少なくとも鹽生及び乾生多汁植物に於ては、外界の乾燥又は生理的乾燥に對抗して生存するに必要な水分を體内に保留し得る能力をも併せ意味するものと解するが妥當である。従つて之は耐乾性の重要一因子とも認められるもので、本研究に於て取扱つた多汁度は主として此の意味に於けるものである。

さて如何にして此の多汁度或は水分保留能力を公正且合理的に測定比較するか、之は純學理的にも實用的にも甚だ重要な問題であつて、古來幾多の學者によつて形態學的・解剖學的或は生理學的等種々の角度から研究が進められて來たが、今日尙未解決な部分が多く残つて居る。

いま水分保留能力或は之に立脚した耐乾性の數量的表示法として諸學者が従來採用して來た主なる方法を見るに、先づ含水量に依つても或程度の多汁度或は水分保留能力を知り得る場合もあるが然し之のみでは眞の水分保留能力を表示し得ない場合が多く、同一植物體でも諸種の條件による含水量其れ自體の變異が著しく大であるから、此の點のみからも既に含水量の比較は餘り意味をなさない〔瀨瀨教授(1925), 瀨瀨・安田兩氏(1927) 参照〕。なほ内田・瀨瀨兩氏(1938)は多汁度表示法の研究に於て水分比量は灰分比量・乾物比量よりも劣つて居ることを證して居る。

次に多汁度表示方法に形態的考慮を加へたるものに就て見るに、DOLF 氏(1911, 1912)が鹽生植物或は多汁植物の蒸散作用の研究に際して試み次で MAC DOUGAL 氏(1912), STOCKER 氏(1924)等によつて採用された方法に、植物體の單位面積に對比せる含水量 ($\text{Wassergehalt} \frac{\text{g}}{\text{Flächeneinheit} \text{dm}^2}$) を以つて多汁度を表す方法があり、又一方には HUBER 氏(1925)の所謂表

1) 九州帝國大學植物學教室業績 第79號.

面發達度 *Oberflächenentwicklung* (*Oberfläche/Volumen*), 或は STOCKER 氏 (1932, 1935) の所謂表面發達度 *Oberflächenentwicklung* (*Oberfläche/Frischgewicht*) を示す數値の逆數を以つて多汁度を表示せんとする方法があり, 更に又 SCHMUCKER 氏 (1936) は肥大率 *Dimensionsquotient* ($10^3 \frac{\text{Volumen}}{\text{Oberfläche} \sqrt{\text{Oberfläche}}}$) なるものを推奨して居り, 何れも各々の論據はあるけれども, 之等を以つて多汁度を表示することには少なからぬ缺陷があり〔瀧瀬教授 (1932. b), 内田・瀧瀬兩氏 (1938) 参照〕利用上の困難も少くない。

次に多汁度或は水分保留能力乃至耐乾性を體内含物質の方面から表示せんとする方法に, 古くから細胞液濃度による方法がある。即ち DRABBLE 氏 (1907) は植物の細胞液の滲透壓と環境 (水分) との關係を調査した結果, 生育場所の生理的乾燥の程度と植物の滲透壓とは平行して變化する事等を報告したが, FITTING 氏 (1911) も砂漠地乾生植物の滲透壓が一般に著しく高い事を觀察した。尙 HUBER 氏 (1925) も貯藏水分を多く持たない植物では其の滲透壓の値の大きさが乾性的適應の重要な特徴であると言つて居る。けれども一方水分保留能力の甚だ高い植物として著名な *Cactaceae*, *Agave* 及びこれに類似の多肉植物は他の中生植物に比べて生態的に見ても耐乾性が相當大であるに拘らず, 其の細胞液の滲透壓は逆に甚だ低いと言ふ事實が LIVINGSTON 氏 (1906), HARRIS 氏 (1917), WALTER 氏 (1931) 其他多くの研究者に依つて確認されて居るし, 更に MAC DOUGAL 氏 (1912) は砂漠植物の水分平衡に就て研究の結果, 細胞液の滲透壓上昇に由る蒸散作用の抑制は極めて微弱であるとの LIVINGSTON 氏の說に賛成して居る。

なほ HUBER 氏 (1925) も亦耐乾性適應の象徴として滲透價は重要なものであるけれども, 表面發達度 (*Oberfläche/Volumen*) 及び面積蒸散率 *Flächentranspiration* (*Transpiration/Flächeneinheit*) が小さくて多汁度 (*Wassergehalt/Flächeneinheit*) の高い植物では滲透價の高さが餘り重要な役割を持たないと言つて居り, 又大賀氏 (1927) は大連附近の陸生植物 45 種に就て其の氷點降下度を測定した結果, 極めて興味ある現象として海岸植物たる アツケンサイウ・ハママツナ・ハマアカザの類と, 岩上に生ずる イハレンゲ・ベンケイサイウの類とは共に多葉であるにも拘らず, 其の氷點降下度は前者が最高, 後者が最低で互に兩極端をなすことを指摘して居る。即ち茲に細胞液濃度を以つてしては植物の多汁度或は水分保留能力乃至耐乾性の程度を一律に表示し得ないことが覗はれる。等しく陽地性多汁植物でありながら細胞液の滲透壓は甚だ高きものと低きものと二型の存する事は極めて興味ある現象であつて, HARRIS 氏 (1934) は之に就ての生理學的解決は將來の研究問題であるとさへ言つて居る。

然るに一方多汁度の高い植物は然らざる植物よりも其の組織の一定粉末容積に對比せる含灰量及び乾物含有量が多いと言ふ事實が瀨瀨教授(1924)の所謂組織粉末法に關する最初の研究に於て見られ、其後同教授(1932. a)は生態的事情を異にする種々の植物の組織粉末の吸濕度比較を行つた結果、植物體の多汁度或は水分保留能力と其の粉末比重並に粉末の吸濕度との間に平行的關係のあるを認めた。

茲に言ふ粉末比重 (spezifisches Pulvergewicht) なる術語は瀨瀨・深城兩氏(1927)に依つて用ひ始められたものであり、粉末の乾量(g)を其の容積(cc.)で除した値即ち一種の假比重に外ならぬが、此の所謂粉末比重は粉末實質の眞比重と一定の比例的關係あり従つて眞比重の代用値として充分の價值ある事が玉井・瀨瀨兩氏(1933)によつて證明されて居る。

更に内田・瀨瀨兩氏(1938)は多汁度の表示に組織粉末法を利用した結果、諸種の生態型に屬する植物の粉末比重と其の多汁度或は水分保留能力との間に相當に高い正の相關々係のある事を認め、従つて多汁性は含水量の多い事を意味すると言ふよりも水分の吸収・保留或は貯藏に役立つ物質の含有度(充實度)の高い事を意味すると考へる方がよりよく事の眞相を得て居るであらうと述べて居る。

茲に至つて興味を感ずる事は、前述の細胞液濃度に依る方法と瀨瀨教授の粉末比重による方法との兩者は、共に植物體內に於ける水分保留上有効な物質の含有度なるものを目標として居る點に於て共通性があり、細胞液濃度は滲透壓的に作用する物質のみに支配されるに反し粉末比重は滲透壓的に作用する物質であると否とを問はず組織を構成し或は之に含有される總ての物質の含有量に左右される點に於て兩者の相違がある事である。

さて然らば茲に問題となるのは既述の如き細胞液滲透壓法に依つては其の多汁度乃至耐乾性程度の公平な表示が不可能な植物の場合でも粉末比重に據れば果して其れが可能であるか、多汁度表示上に於ける兩者の利用價値の優劣如何の問題である。之は實驗的に確かめられねばならぬ事であり、由つて筆者は滲透壓的に多汁度を表し得る植物と得ない植物とにつき、更に比較材料として種々の生態型の非多汁植物をも加へて其の細胞液滲透壓と組織粉末比重との兩者を同時に測定比較し、多汁度表示成績に於ける兩者の相違を考究する事とした。

本研究は九州帝國大學農學部植物學教室に於て、筆者が學部後期學生から引續き大學生として在室中瀨瀨教授指導の下に行つたもので、終始懇切なる教示を賜りたる同教授及び材料採集上の助言を賜りたる玉井虎太郎氏に對し茲に厚く感謝の意を表する。

II. 材料並に實驗方法

生態型及び多汁度を異にすると見られる四群18種の植物即ち乾生多汁植物・鹽生多汁植物・乾性非多汁植物各々5種宛と水生非多汁植物3種とを選び、なるべく野生状態の而も相當大なる群落を形成して居る場所から採取したが、野生では得られないものは植物園内のものを用ひた。

植物細胞液の滲透壓は同一植物でも器官及び組織の種類、植物體の部位、生育程度、一日中の時刻・天候等諸種の條件によつて著しく變化するものであり〔DRABBLE (1907), URSPRUNG (1916), 鈴木(1917), 佐藤(1925)〕、又組織粉末比重も條件によつて少からず變化する事が組織粉末法に關する多くの文献に見られるのであるから次の如き一定條件に従つて材料の採取を行ひ、以つて材料提供上の不公平から來る誤差をなるべく小ならしめた。即ち材料は何れも開花直前のものを選び、葉柄を除去したる葉片部のみを供試する事とし(但しサボテンには葉片なき故莖を用ひ)、なるべく前日の晴天なりし日を選び、採取時刻は日の出直前に一定した。尙材料に附着の露或は水滴には吸取紙を用ひ砂粒・塵埃には水又は毛筆を用ひて之を除去し、此の際材料の損傷或は水分の損失を來さないやう注意しつつ迅速に處理した。同一材料を粉末比重測定用と細胞液滲透壓測定用とに公平に二分し各々を同時に3組宛採つて同義の實驗を3回づつ繰返した。

粉末比重の測定に際しては各材料に就て生量並びに乾量を測定し、組織粉末法の常法に従つて組織の粉末化、其の容積及び重量の測定、粉末比重の算出を行つた。尙序に乾燥物質質量に對比せる含水量〔(生量-乾量)乾量〕及び所謂水分比量〔(生量-乾量)粉末容積〕をも求めて參考に供した。

細胞液濃度の測定には植物體の搾汁を用ひ、BECKMANNの裝置に依つて氷點降下度を測定し之を滲透壓に換算表示した。搾汁の濃度は搾出する際の處理法に由つて相當の差を生ずるものであるから筆者の採用した處理法の大要を述べると、組織を可及的急速に殺す爲に大體 WALTER 氏の推奨する方法 (ABDERHALDEN 1931) を採用して、新鮮材料を 500 c.c. の廣口硝子瓶に入れ密栓を施し、此の瓶を更にブリキ罐内に封じ之を沸騰しつつある湯中に直立に保ち約40分にして之を取り出し、内部の材料を一定の大きさのガーゼ(約10 cm 平方)に包んで壓搾器内に入れ、略々一定の壓力(200 Kg/cm²)を以て其の液汁を搾出した。之等の處理は可及的迅速に行ひ搾出液の變質に由る濃度の變化を出來得る限り避けることに努めた。尙使用の BECKMANN

の寒暖計に就ては正確な氷點を定める爲に再蒸溜水の氷結點を3回測定して其の平均値を氷點とし之に對比して搾汁の氷點降下度を決定した。

III. 實驗成績

實驗結果は第一表に表示した如くである。但し表中の各々の測定値は同一材料3組宛測定したる平均値である。氷點降下度(d)からの滲透壓の値の計算は LEWIS 氏によつて補正された式 ($P=12.06d-0.021d^2$) から HARRIS 氏及び GORTNER 氏 (1914) が作成した換算表に據つた。表中に於ける材料の配列順序は粉末比重の高いものから漸次低いものに至る順位に従つた。

第一表

材 料	粉 末 比 重			細 胞 液 滲 透 壓			水 分 比 量			對 乾 物 含 水 量		
	實測 値	比數	大小 順位	實測 値 (氣壓)	比數	大小 順位	實測 値	比數	大小 順位	實測 値	比數	大小 順位
サボテン	0.893	133	1	5.062	45	16	15.734	264	1	17.615	212	2
イソハハキギ	0.873	130	2	15.40	139	5	7.001	118	6	8.026	97	7
ホソバナ ハマアカザ	0.858	128	3	19.66	177	2	8.111	136	4	9.341	112	5
ロクワイ	0.759	113	4	4.339	39	18	14.469	243	2	19.181	231	1
マツバギク	0.758	113	5	7.349	66	15	11.344	190	3	14.965	180	3
リウセツラン	0.755	113	6	9.635	87	10	5.338	90	8	7.078	85	10
ハマサジ	0.751	112	7	25.71	231	1	4.702	79	11	6.267	75	12
ハマヨモギ	0.684	102	8	18.88	170	3	5.018	84	9	7.325	88	9
ムラサキオモト	0.681	101	9	6.266	56	14	7.571	127	5	11.041	133	4
ハマシチン	0.672	100	10	16.78	151	4	3.365	56	13	5.063	61	14
オホマツ ヨヒグサ	0.653	97	11	7.59	68	12	3.161	53	14	4.865	59	15
キリンサウ	0.614	92	12	4.70	42	17	5.496	92	7	8.970	108	6
ハマグルマ	0.611	91	13	10.48	94	7	4.844	81	10	7.929	96	8
スキレン	0.572	85	14	11.68	105	6	2.194	37	16	3.843	46	16
ハマゴウ	0.537	80	15	10.12	91	8	1.642	28	17	3.059	37	17
ハマヒルガホ	0.510	76	16	7.469	67	13	3.512	59	12	6.881	83	11
ハス	0.453	68	17	9.154	82	11	1.219	20	18	2.674	32	18
クワキ	0.449	67	18	9.755	88	9	2.491	42	15	5.549	67	13
平均	0.671	100		11.113	100		5.956	100		8.315	100	

而して別表 (第二表) に於ては材料植物を大體其の生態型及び外觀的多汁度から見て便宜上乾生多汁植物・鹽生多汁植物・乾生非多汁植物・水生非多汁植物の4群に分けて表示を試みた。

此の中の乾生非多汁植物群中には稍多汁傾向あるものも一括して置いた。表中の各群の平均値の比數は各群の平均値實數を全材料の平均値實數に對して比較した比數である。

第 二 表

材	料	粉末比重	細胞液滲透壓 (氣壓)	水分比量
乾生多汁植物	サボテン	0.893	5.062	15.734
	ロクワイ	0.759	4.339	14.469
	マツバギク	0.758	7.349	11.344
	リウゼツラン	0.755	9.635	5.338
	ムラサキオモト	0.681	6.266	7.571
	平均	{ 實數 比數	0.769 115	6.530 59
鹽生多汁植物	イソハハキギ	0.873	15.400	7.001
	ホンパノハマアカザ	0.858	19.66	8.111
	ハマサシ	0.751	25.71	4.702
	ハマヨモギ	0.684	18.88	5.018
	ハマシラン	0.672	16.78	3.365
	平均	{ 實數 比數	0.768 114	19.29 174
乾生非多汁植物	オホマツヨヒグサ	0.653	7.59	3.161
	キリンサウ	0.614	4.70	5.496
	ハマグルマ	0.611	10.48	4.844
	ハマゴウ	0.537	10.12	1.642
	ハマヒルガホ	0.510	7.469	3.512
	平均	{ 實數 比數	0.585 87	8.072 73
水生非多汁植物	スキレン	0.572	11.68	2.194
	ハス	0.453	9.154	1.219
	クワキ	0.449	9.755	2.491
	平均	{ 實數 比數	0.491 73	10.196 92
全材料平均	{ 實數 比數	0.671 100	11.113 100	5.956 100

今二個の表に表示された成績を見ると、先づ第一に注目さるべき點は全材料18種の粉末比重と細胞液濃度と兩者の値の大小の間に全く平行關係が認められない點である(第一表)。例へばサボテンは粉末比重に於て18種中の第一位にあるに拘らず細胞液滲透壓に於ては第十六位にあるが如きである。同様の事は他の材料にも著しく見られる。

細胞液滲透壓の値に於ては乾生多汁植物と鹽生多汁植物との兩群の間に甚しい懸隔が生じ、後者の値が前者の約3倍にも達して居る(第二表)。之は生理生態學上の常識から見ても明かな矛盾と認められる。即ち細胞液濃度を以てしては植物の多汁度・耐乾性を公平に表示し得られない事が茲に示されて居る。同様にして乾生及び水生非多汁植物兩者間の比較に於ても細胞濃度による多汁度乃至耐乾性の表示成績に不合理な點が見えて居る。

然るに粉末比重の値に就て見れば斯る矛盾がなく、水分保留能力或は多汁度に於て乾生及び鹽生兩多汁植物の間に類似性が豫想される通りに現れ、又種々の點から明かに水分保留能力乃至耐乾性弱しと認められる水生非多汁植物に於ては粉末比重も最も低く現れて居る。要するに粉末比重と植物の多汁度或は水分保留能力との間に相當高度の相關係が認められ、従つて粉末比重を以つてすれば植物の多汁度が概して公平に評價されることが見られる。

多汁度表示の一方便として従來一部學者によつて採用されて來た含水量は(第一、第二表)、水分比量によつたものも耐乾量含水量によつたものも大體類似の成績を示して居るが、就中表示上の誤差が少なく信用度がより高い筈の水分比量に就て見ると、全材料に於ける水分比量の大小順位は細胞液滲透壓よりも粉末比重の大小順位に近似して居り、相當に其の利用價值を認め得るが粉末比重による成績に比すれば劣る事が認められる。

IV. 考 察

先づ本研究成績に於ける細胞液滲透壓と植物の多汁度即ち水分保留能力とに就て見るに、其の滲透壓の値は鹽生多汁植物に於て顯著に高く出て、一方サボテン其他之に類似の生態型にある乾生多汁植物に於て著しく低く出て居るが、之は細胞液の滲透壓は滲透壓的に作用する物質のみに由來する事から起る必然的な結果であつて、滲透壓的に作用しない物質、或は作用しても甚だ弱い物質によつて水分を保留する植物の水分保留力或は多汁度を表示する手段たり得ないことが如實に示されたに外ならぬ。元來鹽生多汁植物は嘗つて乾生植物であると見られて居たけれども、該植物は生理的にも物理的にも相當濕潤状態に生育し、滲透壓的に強く作用する多量の物質を含有するに拘らず其の水分含有量も比較的多からず、蒸散作用も普通の中生植物

より却つて旺盛な場合があり、随つて乾燥状態に置かれた場合の耐乾性も決して強いとは言れない事が既に明かにされて居る〔DELF 氏 (1911, 1912), MAC DOUGAL 氏 (1912), STOCKER 氏 (1924), 竹内氏 (1929)〕。此の點から考へて滲透壓の値を以つてすれば鹽生多汁植物の多汁度・水分保留能力乃至耐乾性は過大に評價されることが想像される。嘗つて竹内氏 (1929) も植物と外界との關係の數量的方法による研究に於て『細胞液濃度と耐乾性との間に並行的關係ありや否やに就ては、少なくとも鹽生植物に於ては種々の議論があるが茲では未解決の問題として残して置かねばならぬ』と述べて居る。

一方多くの砂漠植物或は乾地植物の細胞液濃度は相當に高い〔DRABBLE 氏 (1907), FITTING 氏 (1911)〕のにサボテン・ロクワイ・リウゼツラン等の如き乾生多汁植物の滲透壓は他の非多汁植物・非耐乾性植物さへよりも低いと言ふ事實が存在する〔LIVINGSTON 氏 (1906), HARRIS 氏 (1917), 大賀氏 (1927), WALTER 氏 (1931) 及び本實驗成績〕。之は言ふまでもなく此の種の植物は滲透壓的に甚だ弱い物質によつて多量の水分を保留し多汁度乃至耐乾性を高めて居るものであつて、此の種の植物の多汁度を滲透壓を以つて表示する時は其の値が著しく過小となつて表れる事が當然豫期される筈である。

即ち滲透壓を以つて植物體の多汁度或は水分保留能力乃至耐乾性程度を律しようとするれば、或種の植物に於ては其れが著しく過大視され、又他の或植物に於ては過小視され、結局異なつた生態型の植物の比較の限りに於ては、細胞液濃度と多汁度乃至水分保留能力との間に相關係が極めて少ないわけであり、随つて此の目的の爲には滲透壓の測定は有効性が少く利用範圍が狭いと結論される。

次に翻つて多汁度 (水分保留能力) 表示目的に粉末比重を利用せんとすることの可否乃至効果に就て見るに、曩に内田・纈纈兩氏 (1938) は植物體の多汁度と其の組織粉末比重との間に相當高い正の相關係の存在する事を證して居るが、此の事は既に纈纈教授の組織粉末法に關する最初の發表 (1924) に於てエノキグサ・ハタガヤ・スベリヒユの 3 者の比較の際に暗示されたことである。又一方多汁傾向の葉は一般に組織粉末比重も其の粉末の吸濕度も相伴つて高いと言ふ事が纈纈教授 (1932, a) によつて證明されるに及んで一層植物の水分保留能力と粉末比重との間に關聯性が裏書され、更に纈纈・今村兩氏 (1937) のヒマワリに就ての實驗に於て莖葉何れも植物體の上部に行くに従つて粉末比重が大である事が觀察され、これは粉末比重の大小が水分保留能力・吸水力の大小を意味するとすれば植物の生存上甚だ合目的な現象であると考へられたのであり、最近の纈纈・大槻兩氏 (1939) の研究に依つて一層此の事は疑の餘地なきに至

つて來た。

而して本研究に於ては此の粉末比重と細胞液濃度或は滲透壓との何れが多汁度（水分保留能力）表示上に於て良結果を示すかを見たものであるが、既述の如く滲透壓に據る時は多汁度が甚しく過大或は過小に現はれ明かに缺陷あるを見たのに反して、粉末比重に據れば此種の缺陷が認められず其の値は甚だ順當に表れる事が觀察された。之は要するに粉末比重は滲透壓的に作用する物質であると否とに拘られず植物體を構成し或は之に含まれる物質の總てに關するものであつて、植物體內に於て水分保留上有効な各種の物質、即ち滲透壓的に強く作用する無機鹽類・可溶性有機物のみならず滲透壓的に弱い好水性膠質・粘液質・水和性物質・水膨性物質等々の何れも粉末比重に關與する筈であるから、之等の水分保留性物質の總和と粉末比重との間に相當密接な關聯のある事が當然考へられるからである。瀧瀬・小坂兩氏（1928）の實驗によれば成熟度を異にする玄米では熟度が進むに従つて粉末比重も増大し明かに粉末比重が種子の充實度を示して居る。勿論總ての場合に植物體組織の粉末比重を以つて直ちに其の母植物體の物質充實度を云々するのは無理な場合もあるけれども、比較材料の構成物質に著しい相違のない限り、組織内の物質充實度と其の組織の粉末比重とは大體比例的關係にあると見て大過がなく、従つて前記の如き水分保留性諸物質によつてよく充實された組織の粉末比重は然らざる組織の其れよりも高い筈であり、此の粉末比重を以つて其の組織母植物體の水分保留能力或は多汁度乃至耐乾性程度を示す事は無理でない事と言はねばならぬ。此の推論は本研究の實驗成績によつてよく裏書された譯である。

MAXIMOV 氏（1929, a, b）も細胞内に可溶性炭水化物及び好水性膠質の集積する事に依つて水分保留能力が増加し、従つて植物が寒冷又は乾燥に遭遇しても原形質が不可逆的變化から保護されて再び蘇生し得るものと認め、結局『水分の消失に抵抗する原形質の力』こそ耐乾性の原動力であると考へ原形質乃至膠質を研究する事が耐乾性問題解決上必須であると説いて居る。此の點は我々が植物の水分保留能力或は耐乾性程度表示の一方便として粉末比重の利用價値を云々するのと軌を一にして居ると見られる。ILJIN 氏（1930）が細胞の耐乾性の一因子として原形質の量を擧げて居るのも同様な意味を持つと見られる。

斯くて植物體に水分を保留する體内的能力は、多汁性に關與する諸物質の含有度乃至充實度に支配されると言ひ得る譯であるが、勿論斯る物質の含有度の表示は必ずしも粉末比重に據らなくとも乾物量を對生量法・對面積法等に據つて表示しても一應可能ではある。然し此等の表示法には少からぬ表示上の誤差が伴ふものであつて結局粉末比重による表示の信用度が高い事

となる。但し精密なる分析によつて水分保留能を有する物質のみの含量を求め、之を對粉末容積法によつて表示する事を得れば一層合目的な値を得る見込があるけれども、之は煩に堪えない點に於て非實用的であらう。

言ふまでもなく植物の『眞の多汁度』なるものを如實に示す絶對的な基準（數値）を知る方法なき現狀に於ては、粉末比重が眞の多汁度と果して如何なる程度に一致して居るか知る由がない。隨つて粉末比重を以つて多汁度を云々する事には多少の缺陷を此の點に關しては認めねばならぬ。併し多汁度比較の目的に對して少なくとも細胞液濃度を採用するよりも著しく効果的である事が本研究によつて明かに證明されたわけである。

V. 摘要並に結論

以上生態型或は多汁性を異にする乾生多汁植物・鹽生多汁植物・乾生非多汁植物・水生非多汁植物の4群18種の植物を材料とし、主に葉に就て其の組織粉末比重と細胞液滲透壓（氷點降下度）とを測定したのであるが、其の結果は

(1) 細胞液の滲透壓を以つて植物の多汁度（水分保留能力）乃至耐乾性を表示すれば、其の値は鹽生多汁植物では著しく過大に、乾生多汁植物では著しく過小に表はれ、種々異なる生態型に屬する植物の多汁度を比較するには甚しき無理がある。

(2) 然るに粉末比重を以つてすれば斯る事なく、各々の多汁度或は水分保留能力につき豫想される順序の値が現はれ、粉末比重と多汁度との間に相當高い相關々係の存在する事が認められた。

(3) 各材料の水分比量の大小順は細胞液滲透壓の其れに對してよりも粉末比重の大小順に對して遙かに平行的關係にある事が見られた。

之を要するに植物體內で水分保留の役を演ずる物質の水分保留力は甚だ大であつても其の物質の滲透壓は著しく小なる場合があり、又此の逆の場合もあるから、斯る材料が用ひられる限り、滲透壓を以てしては水分保留能力即ち多汁度を正當に評價し得ないのは當然である。之に反して粉末比重を以つてすれば、水分保留の役を演ずる物質の滲透壓的作用の如何に拘らず全關係物質の綜合的含有度に由來する水分保留能力又は多汁度を表示し得るのであり、従つて異なる生態型の種々の植物の多汁度を比較する方便としての粉末比重は少なくとも細胞液濃度に依る方法よりも明かに合理的であり適用範圍が廣いものである。

引用文獻

- 1) ABDERHALDEN, (1931). Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. XI. Teil. 4.
- 2) DELF, E. M., (1911). Transpiration and behavior of stomata in halophytes. Ann. Bot. 25, 485.
- 3) DELF, E. M., (1912). Transpiration in succulent plant. Ann. Bot. 26, 409.
- 4) DRABBLE, E. and D. H., (1907). The relation between the osmotic strength of cell sap in plants and their physical environment. Biochem. Jour. 2, 117.
- 5) FITTING, H., (1911). Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Zeitschr. Bot. 3, 209.
- 6) HARRIS, J. A., and GORTNER, R. A., (1914). Note on the calculation of the osmotic pressure of expressed vegetable sap from the depression of the freezing point,.....Amer. Jour. Bot. 1, 75.
- 7) HARRIS, J. A., and LAWRENCE, J. V., (1917). Cryoscopic determinations on tissue fluid of plant of Jamaican costal deserts. Bot. Gaz. 64, 285.
- 8) HARRIS J. A., (1934). Physico-chemical properties on plant saps in relation to Phytogeography. Univ. Minnesota, U.S.A.
- 9) HUBER, B., (1925). Die Beurteilung des Wassergehaltes der Pflanze. Jour. wiss. Bot. 64, 1.
- 10) ILJIN, W. S., (1930). Die Ursachen der Resistenz von Pflanzenzellen gegen Austrocknen. Protoplasma. 10, 379.
- 11) KÔKETSU, R., (1924). Über den Gehalt an Trockensubstanz und Asche in einem bestimmten Volumen Gewebepulver.....Jour. Dept. Kyushu Imp. Univ. 1, 151.
- 12) KÔKETSU, R., (1925). Über die Brauchbarkeit und Zweckmassigkeit der „Pulvermethod“ für die Bestimmung des Wassergehaltes im Pflanzenkörper. Bot. Gaz. Tokyo. 93, 169.
- 13) 額額理一郎・安田貞雄, (1927). 生態及び比較生理學研究の場合に於ける植物體內水分含有量の測定. 九大. 農・學藝雜誌. 2, 200.
- 14) 額額理一郎・深城貞義, (1927). 種子の乾量及灰分含有量の比較測定. 九大. 農・學藝雜誌, 2, 273.
- 15) 額額理一郎・小坂博, (1928). 種々の玄米の粉末比重の測定及び其の意義. 九大. 農・學藝雜誌. 3, 35.
- 16) KÔKETSU, R., (1932a). Studien über die Wasserverhältnisse, insbesondere die hygroscopische Wasseraufnahme des Gewebepulver.....Jour. Dept. Agr. Kyusyu Imp. Univ. 3, 149.
- 17) 額額理一郎, (1932 b). 水分關係の變化に伴ふ葉面積の變化並びに其れに由來する對面積表示法の不確實さに就て. 植物學雜誌. 46, 124.
- 18) 額額理一郎・今村嘉藏, (1937). 植物體各部の粉末比重の測定と其の生理的意義. 植物學雜誌. 51, 317.
- 19) 額額理一郎・大概文夫, (1939). 植物體組織粉末吸濕度の變化並びにその粉末比重との關係. 九大. 農・學藝雜誌. 8, 374.
- 20) LIVINGSTON, B. E., (1906). The relation of desert plants to soil moisture and to evaporation. Carnegie Inst. Washington Publ. 50, 1.
- 21) MAC DOUGAL, D. T. (1912). The water balance of desert plant. Ann. Bot. 26, 71.
- 22) MAXIMOV, N. A., (1929 a). Internal factor of frost and drought resistance in plants. Protoplasma. 7, 258.
- 23) MAXIMOV, N. A., (1929 b). The plant in relation to Water. English translation. Edited with notes by Yapp. London.
- 24) 大賀一郎, (1927). 大連附近に於ける陸生植物汁液の水點降下度の測定. 植物學雜誌. 41, 407.
- 25) 佐藤健吉, (1925). 二三栽培植物に於ける細胞液濃度と生長との關係. 九大. 農・學藝雜誌. 1, 247.

- 26) SCHMUCKER, Th., (1936). Sukkulenzgrad und Dimensionsquotient. *Planta*. 26, 247.
 - 27) STOCKER, O., (1924). Beiträge zum Halophytenproblem. *Zeitschr. Bot.* 16, 289.
 - 28) STOCKER, O., (1932). Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen. I. *Jahrb. wiss. Bot.* 75, 494.
 - 29) STOCKER, O., (1935). Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen. III. *Jahrb. wiss. Bot.* 81, 464.
 - 30) 鈴木限三, (1917). 海濱植物の滲透壓の變化. *植物學雜誌*. 31, 153.
 - 31) 竹内亮, (1929). 種々の植物の水分蒸散及び水分吸収兩作用並に其の相互關係. 九大. *農・學藝雜誌*. 3, 263.
 - 32) 玉井虎太郎・榎嶺理一郎, (1933). 粉末比重と比重との關係並に組織粉末法に於ける粉末容積測定の確實さ. *植物學雜誌*. 47, 632.
 - 33) URSPRUNG A., und G. BLUM, (1916). Über die Einfluss der Aussenbedingungen auf den osmotischen Wert. *Ber. deut. bot. Ges.* 34, 123.
 - 34) 内田謙司・榎嶺理一郎, (1938). 植物器官の多汁度の表示を組織粉末法. 九大. *農・學藝雜誌*. 8, 61.
 - 35) WALTER H., (1931). Die Hydratur der Pflanze und ihre Physiologisch-okologische Bedeutung. (Untersuchungen über den osmotischen Wert.), Jena.
-

ÜBER DEN OSMOTISCHEN WERT UND DAS SPEZIFISCHE
PULVERGEWICHT ALS MITTEL ZUM VERGLEICH DES
SUKKULENZGRADES DER PFLANZEN

(Résumé)

Tomoji YAMASHITA

Die bisher gebrauchten verschiedenen Methoden zum Vergleich des Sukkulenzgrades d.h. des Wasserfesthaltungsvermögens oder der Dürre-resistenz der Pflanzen, die besonders auf Feststellen des Frischgewichts, Trockengewichts, der Wassermenge oder morphologischen Faktoren beruhen, weisen, wie schon theoretisch und experimentell von mehreren Autoren gezeigt wurde, viele Fehler auf.

Über die Beziehungen zwischen dem Sukkulenzgrad und der Zellsaftkonzentration ist schon seit alter Zeit viel diskutiert worden, andererseits ist von Prof. KÔKETSU und Mitarbeitern berichtet worden, dass eine positive Korrelation zwischen dem Sukkulenzgrad und dem Wert des Trockengewichts pro 1 cm³ Gewebepulver d.h. dem sog. spezifischen Pulvergewicht existiert.

Die folgende Tatsache ist sehr interessant: Die Zellsaftkonzentration und das spezifische Pulvergewicht zeigen beide in diesem Fall den Grad der Menge der wasserspeichernden Substanzen in den Pflanzen an, in dieser Hinsicht haben also diese beiden Methoden einen gemeinsamen Punkt. Aber es ist eine unentschiedene Frage, welcher Zahlenwert der beiden Methoden für den Vergleich des Sukkulenzgrades zweckmässiger ist. Vorliegende Arbeit soll zur Lösung dieser Frage beitragen. Als Material wurden die zu verschiedenen ökologischen Typen gehörenden, eine verschieden starke Sukkulenz zeigenden 4 Gruppen (18 Spezies) von sukkulenten Halophyten, sukkulenten Xerophyten, nicht sukkulenten Xerophyten und nicht sukkulenten Hydrophyten gebraucht, und sowohl von allen das spezifische Pulvergewicht als auch der osmotische Wert (Gefrierpunktserniedrigung) meistens der Blätter bestimmt, dann wurde die Angemessenheit des Zahlenwertes der beiden Methoden für den Sukkulenzgrad verglichen. Es zeigte sich dabei, dass

(1) Parallele Beziehungen zwischen dem osmotischen Werte und dem spezifischen Pulvergewicht in den zu vergleichenden Materialien war nicht

zu erkennen.

(2) Bezüglich des osmotischen Wertes, erschien der Grad bei den sukkulenten Halophyten zu gross, bei den sukkulenten Xerophyten zu klein, auch bei den anderen Pflanzen nicht zutreffend. Es wurde nachgewiesen, dass, um die Sukkulenzgrade der zu unterschiedlichen ökologischen Typen gehörenden Pflanzen durch den osmotischen Wert zu vergleichen, diese Zahlenwerte äusserst ungeeignet sind.

(3) Dagegen erschien nach dem spezifischen Pulvergewicht, die Grösse des Sukkulenzgrads der verschiedenen Pflanzen in Übereinstimmung mit der Grössenordnung der zu erwartenden Zahlenwerte. Und so wurde nachgewiesen, dass eine ziemlich hohe positive Korrelation zwischen dem spezifischen Pulvergewichte und dem Sukkulenzgrade besteht.

(4) Auch die Werte der Wassermenge pro Einheit Volumen des Gewebepulvers für die spezifischen Pulvergewichte waren parallel als für die osmotischen Werte.

Kurzum sind die in einigen Pflanzen die Rolle der Wasserfesthaltung spielenden Substanzen an der osmotischen Wirkung sehr schwach beteiligt, obgleich die Substanzen eine sehr starke Wasserfesthaltungsfähigkeit besitzen. Daher ist es ganz natürlich, dass durch den osmotischen Wert das Wasserfesthaltungsvermögen oder der Sukkulenzgrad der verschiedenen Pflanzen nicht richtig bestimmt werden kann, solange solche Materialien gebraucht werden. Aber nach dem spezifischen Pulvergewicht, kann das auf dem Grad der zusammenfassenden Menge aller in Frage kommenden Substanzen beruhende Wasserfesthaltungsvermögen d.h. der Sukkulenzgrad richtig gezeigt werden, ohne Rücksicht auf die osmotischen Wirkungen der die Rolle der Wasserfesthaltung spielenden Substanzen. Daher ist das spezifische Pulvergewicht als Mittel für den Vergleich des Sukkulenzgrades der zu verschiedenen ökologischen Typen gehörenden verschiedenartigen Pflanzen viel besser und zweckmässiger als der osmotische Wert.