

植物と外界との関係の数量的方法による研究 : I. *Oenothera biennis* 及び *Oe odorata* に於ける二三 の観察及実験

竹内, 亮
九州帝國大學農學部植物學教室

瀨瀬, 理一郎
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20723>

出版情報 : 九州帝國大學農學部學藝雜誌. 1 (3), pp.149-168, 1925-05. 九州帝國大學農學部
バージョン :
権利関係 :

植物と外界との關係の數量的方法による研究

I. *Oenothera biennis* 及び *Oe odorata* に

於ける二三の觀察及實驗¹⁾

竹 内 亮
 瀨 瀨 理 一 郎

(大正十四年三月十日受理)

1. 緒 言

異なる條件を具有する地に生育する植物が其形態及び生理作用を異にし各地獨特の植物群落を形成するは、植物生態學乃至植物地理學に於ける從來の研究 (21, 28) によりて殆んど遺憾なきまでに説明し盡されたるの觀ありと雖も、此方面に於ける從來の智識の大部分は多くは植物の生理形態又は生理解剖學的觀察の上に立脚し、實驗生理學的考證に於て缺けるところ少なからず。近來此點に著眼して既成の學說に疑問を抱き、實驗生理學の立場より研究の歩を進め從來の生態學上の學說が餘りに皮相なるを指摘するに至れるは、(18, 23, 26, 30) 正に當然の歸趨なりと言ふを得べし。然して生態學的事實を實驗的に研究せんには其結果を數量的に示す事最も必要にして、殊に植物に對する外界の些少なる影響を觀破せんとする場合に於て然りとす。

著者等亦此方面の研究の必要を感じ、先づ研究の第一歩として植物が其生育地の條件に對して如何に微妙なる程度に於て適應性を發揮するかを知るの一助として、可なり類似の兩地に生育し其形態上に於ける適應性差異の明瞭ならざる植物個體の生活狀態を比較する事によりて、其未だ外觀には明かならざる程度の言ばは潜在的適應現象の存否又は程度を數量的比較によりて探知せんとせり。此目的に對して選びたる材料は九州帝國大學工學部運動場(甲地)に於ける裸地及び之より松林を距て約 225 メートルの距離に存する博多灣海岸裸地にして高潮線より僅々 3-4 メートルの個所(乙地)に生ずる *Oenothera biennis* (ツキミサウ)

1) 九州帝國大學植物學教室業績第 6 號。本研究は瀨瀨の計畫と監督との下に實驗は主として竹内によりて行はれたるものなり。

及び *Oenothera odorata* (マツヨイゲサ) の二種にして、實驗用としては何れも其宿存根及びロゼット葉を用ひたり。然してなるべく同大にして外見上の差異少なき標品を選びて、此兩異地に生育する同一植物の個體間に於ける變異の程度を解剖的及び生理的に比較したり。然して特に土壤と植物との水分關係に注意を拂ひ、一方に於ては土壤の水分供給力に對して重要な關係を有する土壤の物理的性質を調査し (6, 12, 13, 14,)、他方に於ては之に生育する植物の性質を研究し、兩者間に如何なる關係の存するかを考察したり。

2. 兩研究地に於ける土壤の物理的性質

比較研究地として定めたる前記甲乙兩地に於ける土壤を見るに甲地 (運動場) のものは褐色砂質壤土よりなり、乙地 (海岸) のものは概して白色の石英砂粒より成る。1933年3月中此兩地に於て各3個處づつの互に離れたる場處より實驗植物の根の占居する深さに於て土壤を採取し來り、之に甲1號及至3號乙1號乃至3號の番號を附し氣乾狀態に於て保存し置き、先づ各號土壤に於ける粒子の大きさを知らんがため、各3回づつ100cc内に於ける粒子を篩別法 (19) によりて大き >3, 3-2, 2-1, 1-0.5, 0.5-0.25 及び <0.25 mm を有する6群に區別したるに其結果常に乙地の土壤が大粒のものを多く含有するを知れり、即ち甲乙兩地の土壤に於ける3×3回の篩別の平均結果に於て之を砂粒の大き1mm以上のものと夫以下のものに二大別し其割合を見るに、甲地のは容積³⁾の比に於て12.6:87.4 重量の比に於て12.8:87.2 なるに、乙地のに於ては夫々74.4:25.6 及び73.6:26.4の比を得たり (第一表)。

第一表 土壤粒子の大きの比較

粒子の大き (mm)	>3	3-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	<0.25	>1	<1	
重量による百分率	甲地	0.9	2.7	9.2	29.6	34.9	22.7	12.8	87.2
	乙地	1.6	13.8	58.2	14.0	5.8	6.6	73.6	26.4
普通容積による百分率	甲地	1.2	2.9	9.9	28.7	24.7	22.6	14.0	86.0
	乙地	3.1	14.2	54.6	13.9	5.9	8.3	71.9	28.1
空隙を除去したる實容積による百分率	甲地	0.9	2.7	9.0	29.4	33.5	24.5	12.6	87.4
	乙地	2.4	13.5	58.5	13.6	5.1	6.9	74.4	25.6

2) 土壤の容積の測定は單なる普通の方法によれる外、水を加へて粒子間の空隙を充さしめ之によりて測定し得らるゝ空隙の容積を除去したる粒子の實際容積の測定をもなせり。而して本文に記せる容積は後者によれるものなり。本試験に用ひたる兩地の土壤は何れも水分吸収によりて膨脹する事少き砂質土なり之を以て之による誤差は僅少なるべし。

斯くの如く土壤の粒子の大きさには大なる差異ありと雖も兩地土壤の保水力 (Wasserkapazität) には大差なきものの如く HILGARD 氏の方法 (10, 16) によりて各號土壤につきて6回づつ之れを測定したる結果は必らずしも常に一樣ならざりしも互に近似の價を示し, 其平均價に於て殆んど兩者に差異なきを見たり (第二表)。

第二表 水分飽和時に於ける土壤内含水量 (土壤の保水力)

	氣乾土壤の容積に對する%	土壤の絶對乾燥量に對する%	含水土壤全重量に對する%	100 cc の絶對乾燥土壤の重量
甲地土壤	42.54	29.45	22.73	141.99
乙地土壤	44.00	29.82	22.92	157.70

次に兩地土壤に於ける水分蒸發による乾燥に對する水分保留力の比較を試みんため, 前記保水力測定の際使用したる HILGARD 氏の土壤容器 (容積 100 cc) に各號土壤を充し且充分に水を以て飽和せしめ, 室内床上 1 メートルの高さの机上に置かれたる硝子板上に放置し, 同時に之と同一高さに漏斗形アトモメーター (蒸發面直徑 7.5 cm) (15) の蒸發面を置き, 土壤及アトモメーターより消失する水量を毎日 1 回 (午前 10 時) 秤量し, 土壤面より消失する水量をアトモメーターに於ける消失水量に對する相對量に換算して其水分消失の經過を検したるに, 實驗を繰り返す事 6 回, 常に乙地の土壤は甲地の土壤に比して速かに水分を消失したり (第三表), 即ち甲地土壤は乙地土壤に比して水分を保留する力大なるを知る。

第三表 水分を以て飽和せられたる高さ 1 cm 面積 100 cm² の土壤柱表面よりの蒸發による水分消失の經過測定の一例 (但し三個の平行試驗結果の平均)

観測日	アトモメーターよりの前一日間の水分消失絶對量 (A) cc にて示す	土壤面よりの前一日に於ける水分消失量 (B) の A に對する相對量を%にて示したるもの		
		甲地土壤	乙地土壤	其比 乙/甲
12/8 (初量)		(42.67 cc)	(45.20 cc)	
13/8	28.5	69.02	69.47	1.01
14/8	23.4	78.21	79.49	1.02
15/8	24.6	16.79	25.89	1.54
16/8	23.8	0.29	0.13	0.45
17/8	17.3	0.00	0.00	0.00

觀測日	土壤内に残留する水分の 絶對量を cu にて示す		土壤内最初の含水量を 100 とせる場合 残留水分の相對數を其 % にて示す		
	甲地土壤	乙地土壤	甲地土壤	乙地土壤	其比 乙/甲
12/8 (初量)	42.67	45.20	100	100	1.00
13/8	23.00	25.40	53.90	57.20	1.04
14/8	4.70	6.80	11.01	15.05	1.37
15/8	0.57	0.43	1.33	0.96	0.72
16/8	0.50	0.40	1.17	0.89	0.76
17/8	0.50	0.40	1.17	0.89	0.76

以上は實驗室内に於ける兩地土壤の乾燥に對する水分保留力の比較成績を示せるものなるが、更に自然状態に於ける兩地土壤の含水状態如何を知らんがため、降雨後及び十數日降雨なく土壤の甚だしく乾燥したる時に於て、土壤表面下 3 cm (上層) 及同 10 cm (下層) の深さに於ける土壤を採集して其含水量を測定したるに、降雨後に於ては兩地に於ける含水量の差は餘り大ならざるも、干越時に於ては表層に於ては其差大ならざるも下層に於ては甲地に比し乙地即ち海岸に於て明かに大なるを見る (第四表)。

第四表 自然状態に於ける兩地土壤水分の含有量*
(土壤の乾燥量に對する % にて示す)

試驗日	表層 (深さ 3 cm)			下層 (深さ 10 cm)			
	甲地	乙地	其比 乙/甲	甲地	乙地	其比 乙/甲	
降雨後	1. (25/8)	4.60	5.62	1.22	7.98	7.16	0.90
	2. (1/9)	7.35	7.09	0.96	5.70	8.56	1.50
干越時	1. (7/8)	0.64	0.83	1.30	1.55	2.93	1.89
	2. (24/8)	0.56	0.45	0.80	0.61	2.81	4.61

* 毎回兩地共 3 個所の土壤に於て測定し其平均をとれるものなり

之に依て之を見れば甲地の土壤は其物理的性質としての水分保留力に於て乙地土壤に優ると雖も、自然の状态に於ける水分含有量は却て乙地土壤に於て優るものの如し、こは恐らく乙地 (海岸) に於ける地下水位比較的高きに由來するものなるべく、従つて自然の状态に於ては土壤内の水分は乙地に於て潤澤なるを知り得べし。然れども乙地は潮線に近く存するを以て其土壤内水分は鹽分を含有する事甲地に比して大なるべきは想像し得べく、従つて土壤

水分の供給如何は植物の水分吸収の程度の比較によりて初めて知り得べき性質のものなる事を俟たず。

3. 兩地植物の形態的觀察

前記甲乙兩裸地に生育する材料植物の成る可く同様程度に發育したる標品を選び、其ロゼット葉に就て其の厚さ、面積、形狀等を檢し、兩地の植物間に如何なる程度の差異あるかに就て比較を試みたるに、先づ葉の形狀に就て言へば、元來葉の形狀は植物生育地の裸地なると草地なるとにより著しき差異あり、甲地乙地何れに於ても其附近の草地に生育するものは裸地に生育するものに比して著しくへら型を呈し兩者の區別明瞭なるも、兩試験地の裸地に生ずるもの相互の間又は草地に生ずるもの相互の間には認むべき外觀上の差異なし。今此事實の概念を數字的に示さんため、供試材料の葉を葉柄と共に取り日光によりて其の全面積をPOP 印畫紙に印せしめ、之を其長さによりて3等分し各部に屬する面積を別々にプランメーターによりて測定し、下部の面積に對する先端部の面積の比を以て比較したる結果によれば例へば *Oe. biennis* に於ては裸地に於けるものの比は甲地のもの 3.66 乙地のもの 4.47 なるに草地のもの比は甲地のもの 6.96 乙地のもの 6.46 なるが如し。即ち草地と裸地の差は明瞭なるも、甲乙兩裸地に於ける差又は甲乙兩草地相互に於ける差は僅少なり。同様の事は *Oe. odorata* に於ても亦認められしところなり。然れども茲に注目すべきは甲乙兩裸地植物の葉は兩材料植物何れに於ても乙地のものが却て甲地のものに比してやゝへら型傾向の大なる事にして(第五表)、若し葉がへら型となる事が植物の非乾性的なるを示すものとせば(21)、甲地は却て乙地(海岸)よりも乾燥的なるを示すものならざるべからず。

第五表 ロゼット葉の外形の比較

		裸地				草地			
		供試數**	葉の基部の面積*	葉の先端部の面積*	其比	供試數**	葉の基部の面積*	葉の先端部の面積*	其比
<i>Oe. biennis</i>	甲地	270 (90)	13.07	47.83	3.66	60 (20)	8.95	62.32	6.96
	乙地	322 (108)	11.56	51.63	4.47	45 (15)	10.00	64.56	6.46
<i>Oe. odorata</i>	甲地	33 (11)	26.33	29.67	1.13	15 (5)	19.87	38.13	1.92
	乙地	30 (10)	26.03	30.27	1.16	10 (3)	18.10	37.20	2.06

* 葉の基部又は先端部とは葉の全長を3等分し其下部 $\frac{1}{3}$ 及び上部 $\frac{1}{3}$ を意味す。然して面積として示したる數字は葉の全面積を100とした時の比數なり。

** 供試數として示したる數字は葉數にして括弧内の數字は株數を示す。

次に葉の厚さの比較は精密測厚器によりて通常各葉につき其葉片部の中央部、上半中央部、下半中央部の 3 個所に於て葉脈なき所にて測定し、其平均價を計出して之を各葉の厚さと見做せり。Oe. biennis に於ては甲地のも 37 株 117 葉乙地のも 50 株 150 葉につきて得たる結果によれば、前者は平均 0.282 mm 後者は平均 0.250 mm. にして其比 100 : 88.7 なり。Oe. odorata に於ては兩地のもの何れも 5 株 15 葉につきて測定したるに、其結果甲地のもの平均 0.256 mm 乙地のもは平均 0.172 mm. 其比 100 : 67.2 なり。即ち兩材料とも乙地（海岸）のものは却て甲地のものに比して薄きを見る。無論之れに用ひたる材料は何れも裸出地に生育せしものにて、なるべく草地と裸地とに於る葉の形態の變化より來る誤差を避けたるものなり。従つて兩地に於ける葉の厚さに明瞭なる差異あるは主に植物の水分關係の差に由來すべく、若し葉の厚さの増加する事が植物の乾性的特徴なりとせば (9), 甲地は乙地に比して乾性的なりとせざるべからず。

葉の構造の差異は主として表皮系と葉肉組織との發達程度の比較及び毛茸及び氣孔の數にて就の比較を試みたり。然して前者の比較調査は 30% のアルコールに侵し或程度にまで硬化せしめたる葉の横斷面をカメラルシーダーにて轉寫し組織の厚さの相對數によりて比較し、後者の比較に際しては葉の表面組織を薄く剥ぎ取り一定の顯微鏡視野面積（直徑約 0.31mm の圓内）内に現はるる數を以てせり、然して何れも一定數の供試材料によりて得たる測定結果の平均價によりて比較を試みたり。

第六表 葉の表皮系及び葉肉組織の厚さの比較

A. 葉の厚さを比數にて表はせる場合						
		供試數	葉の厚さ	上面表皮の厚さ	葉肉の厚さ	下面表皮の厚さ
Oe. biennis	甲地	36 (18)	57.01	4.47	48.91	3.66
	乙地	40 (21)	46.55	4.47	38.47	3.61
Oe. odorata	甲地	56 (24)	58.29	4.14	50.29	3.86
	乙地	26 (13)	50.17	4.15	42.11	3.88
B. 葉の厚さを 100 にて表はし各組織の厚さを其 % にて表はせる場合						
Oe. biennis	甲地	36 (18)	100	7.83	85.75	6.42
	乙地	40 (21)	100	9.60	81.65	7.75
Oe. odorata	甲地	56 (24)	100	7.11	86.29	6.60
	乙地	26 (13)	100	8.27	84.00	7.73

先づ葉の表皮及び葉肉組織の厚さを見るに、何れの材料に於ても甲地のものは乙地のものに比して明かに葉肉組織の肥厚し居るを見るも表皮の厚さに於ては差異あるを認めず(第六表, A), 然して葉の全體の厚さは曩に測厚器によりて測定比較したる場合と同様何れも甲地のものに於て大なるを以て、甲地の葉の肥厚は重に其葉肉の肥厚に由來するを知る。此事實は甲地植物の葉が耐乾的特徴として多肉性となれるを意味するものにあらざるか。

尙乙地植物の葉が甲地植物の葉に比して薄きに拘はらず其表皮系細胞の厚さに於ては何等薄くなりを見るの傾向を見ざるは注目し價する事にして、今葉の全厚に對する表皮及び葉肉の厚さの百分率によりて之等組織の相對的發達程度を見るときは(第六表, B), 表皮は却て乙地の葉に於て發達し居るを示す事となる。此事は後記の氣孔の發達程度が乙地のものに於て少き事實と共に何等かの意味を有するもの如し(後記参照)。

次に葉の表裏兩面に於ける表皮細胞、毛茸(*Oe. odorata* にありては全部腺様毛茸, *Oe. biennis* にありては腺様毛茸と單純毛茸とを有するも茲には之を區別せず)及び氣孔の數の比較を試みたるが、兩實驗地よりの比較材料はなるべく同大のものを取りたるを以て一定面積内に於ける數の比較によりて略其發達程度を知るを得べし、即ち調査の結果によれば一定面積内に存する之等の細胞若しくは器官の數は何れも常に甲地のものに於て大なるを見たり(第七表)。一定面積内に於ける毛茸の數の大なるは葉の表面に於ける毛茸の密生を意味し、之を以て葉の耐乾的特徴の一なりとせば(9, 21, 28), 甲地の植物は乙地の植物に比して耐乾性なりと言はざるべからず。

第七表 葉の表皮細胞, 毛茸及び氣孔數の比較

	供試數	普通細胞の數		毛茸の數		氣孔の數		
		表	裏	表	裏	表	裏	
<i>Oe. biennis</i> {	甲地	30 (10)	121.30	125.09	10.73	10.01	18.17	33.71
	乙地	30 (10)	114.72	116.52	10.53	8.68	14.28	27.13
<i>Oe. odorata</i> {	甲地	30 (10)	83.02	83.18	7.00	7.00	24.70	25.33
	乙地	30 (10)	75.00	75.52	5.28	5.07	22.83	23.97

葉面に於ける氣孔發達の如何は植物の蒸騰作用に大關係あるものにして、葉面に於ける氣孔數の少なきは蒸騰作用を少なからしむるに利あり、乙地の植物が甲地の植物に比して氣孔數少きは乙地即ち海岸のものが蒸騰作用を抑制する傾向あるを示すものにあらざるか。一方乙地植物の葉の一定面積内に於ける普通の表皮細胞の數の小なるは(既記の如く甲乙兩地植

物の表皮細胞の厚さには差異なきを以て)細胞の形の大きなるを意味す、之が生態的意味に關しては明かならずと雖も、囊に記せる表皮系の相對的厚さが海岸に於けるものに於て却て大なるの事實と共に何れも亦蒸騰作用抑制に對し有意義なるものにあらざるなきかを思はしむ。然らば海岸のものが葉の外形、厚さ、毛茸等の點より見て却て非乾性的なるに拘らず、獨り表皮及び氣孔より見たる場合却て過度の蒸騰作用に對する抑制の傾向あるは何故なるか、こは一見矛盾するが如しと雖も、乙地に於ける土壤内の水分供給は甲地に於けるよりも大なるも空氣中に於ける水分奪取作用は却て乙地に於て大なるを想像すれば、茲に何等の矛盾なき解釋を得るものの如し。

海岸は通常内地に比して風力大にして、甲乙兩試驗地の間には松林の存するありて乙地は甲地に比して風の影響を受くる事大なるを想像せしむ、元來風の蒸騰作用に對する影響は甚だ大にして、常に風に晒らさるる地の植物に風による過度の蒸騰作用に對する保護として葉の構造に種々なる變化を來すは從來多くの學者の論ぜるところにして(3, 8, 20, 25, 26), 本研究材料の場合乙地の植物は特に空中原因による過度の蒸騰作用に對する抵抗に於て甲地植物に優るものと考ふるも敢て無理にはあらざるべし。

4. 水分及び灰分含有量の測定

兩試驗地に生育する材料植物の水分及び灰分含有量の比較は主に其宿存根に於て之を試み、葉に於ては單に水分含有量の比較のみ行ひたり。先づ初冬に於て根を掘取り之を水洗し小支根を去り吸水紙によりて表面に附着する水分を去り、普通の方法によりて其生量及乾量を秤量したるが、材料乾燥の目的には 100-102°C の電熱式乾燥器を使用したり。灰分は一旦乾燥せしめたる材料を磁器製ルツボ内にて焼却して得たる粗製灰の重量を測定したるに在り。

試験材料は何れも未だ長極的莖を出したる事なき若き材料を用ひ、之を其大きさによりて四群に別ち、各群に屬するもの 5 乃至 10 本につきて何れも個々別々に測定し其平均價を求め最後に四群全體より得たる總平均價を以て兩地植物の比較をなせり。之によれば生量及び乾量に對する水分含有率は *Oe. biennis*, *Oe. odorata* 何れに於ても明かに乙地(海岸)のものに於て大にして、材料の大小による差異は多少の例外的場合を見たるも、概して大形のものに於て割合に大なるの傾向あるを認めたり(第八表)。こは恐らく材料の大なるに従つて多肉性を大ならしむることを意味するものなるべし。

次に灰分の比較を見るに兩植物何れに於ても其生量、乾量及水分何れに對する含有率によ

第八表 根の水分の比較

材料の大小	<i>Ce. biennis</i>				<i>Oe. odorata</i>			
	生量に對する水分の%		乾量に對する水分の%		生量に對する水分の%		乾量に對する水分の%	
	甲地	乙地	甲地	乙地	甲地	乙地	甲地	乙地
最大	85	87	523	694	84	88	539	699
大	84	86	497	655	81	87	512	715
小	83	86	462	639	83	86	509	643
最小	80	—	392	—	85	85	653	604
平均	83	86	468	662	84	86	561	632

るも常に乙地のものに於て著しく大なるを見たり、然して何れの場合に於ても材料の小なるもの程灰分の含有量割合に大なり (第九表)、此事實は乙地が潮線近くに存在するの故を以て之れに生育する植物が鹽分を多量に吸収すべきを思へば其理由を首肯せらる。

第九表 根の灰分含有量の比較

材料の大小	<i>Oe. biennis</i>						<i>Oe. odorata</i>					
	生量に對する灰分の%		乾量に對する灰分の%		水量に對する灰分の%		生量に對する灰分の%		乾量に對する灰分の%		水量に對する灰分の%	
	甲地	乙地	甲地	乙地	甲地	乙地	甲地	乙地	甲地	乙地	甲地	乙地
最大	1.2	1.7	7.3	13.8	1.4	2.0	1.2	1.6	7.9	13.1	1.3	1.8
大	1.3	1.9	7.8	14.3	1.7	2.2	1.3	1.7	8.6	13.9	1.5	1.9
小	1.7	1.8	9.8	13.8	2.1	2.1	1.4	2.0	8.9	14.9	1.7	2.3
最小	1.6	—	8.0	—	2.0	—	2.0	2.2	14.4	15.4	2.4	2.4
平均	1.5	1.8	8.2	13.0	1.8	2.1	1.4	1.9	9.9	14.2	1.7	2.1

更に葉に於ける含水量の比較を見るに、晩秋兩試驗地に於て採集したる兩種植物に於ての試験の結果は何れも亦乙地のものに於て多少大なるを見たり (第十表)。

第十表 葉の水分含有量の比較

	生量に對する %			乾量に對する %		
	甲地	乙地	其比	甲地	乙地	其比
<i>Oe. biennis</i>	82.1	85.2	1.04	459.8	579.7	1.26
<i>Oe. odorata</i>	80.3	83.0	1.03	403.8	487.5	1.21

1回3葉, 3回測定の平均を示す。

斯くの如く乙地（海岸）のものが割合に多量の水分と灰分を含有する事は海岸に生ずる植物としての通有性の出現に外ならざるべく (25)、之を以て直ちに乙地の植物は甲地の植物に比して乾性的なりとは稱し得ざるべし、甲乙兩試験地に生育する植物の根が何れも皆 80%以上の含水量を保有するを見れば、何れも多肉性にしてよく乾燥に堪へ得べきものなる事は想像に難からず (29)。

5. 葉に於ける細胞液の濃度の比較

前記試験の結果乙地のものは甲地のものに比して水分及灰分含有量の大なるを見たるは、單に海岸の植物としての性質の出現と言ふに止まらずして、之れによりて細胞液の濃度が高まり乾燥に堪へ得る性質を大ならしむに與つて力あるに非ざるなきやの問題を生ず (27)、此問題の解決は細胞液の濃度を測定する事によりて得らるべく、著者等は蔗糖液による原形質分離法により之が測定を試んとせり。然れども此目的に對しては此試験に用ひたる材料は良好なるものに非ず、只葉柄部背面に存する色素含有の表皮細胞に於て比較的實驗容易なるを見、晩秋の候主に之れによりて實驗を繰り返したる結果によれば、概して甲地のものは乙地のものに比して濃厚なる分離液を要するものの如く、*Oe. odorata* にありては乙地のものは 12.5-15.5% 甲地のものは 13.5-16.0% の蔗糖液によりて原形質分離を起し、兩者の間に常に 0.5-1.0% の差あるを見たり。*Oe. biennis* に於ては適當なる材料不足のため充分なる研究を遂げ得ざりしも、乙地のものは 15.0% 内外甲地のものは 18.0% 内外なるを見たり。何れにしても原形質分離現象より見たる細胞液の濃度は却て甲地のものに於て多少高きを示すものの如く、此點より見ても亦甲地のものが却て乾燥に堪へ得る能力大なるものの如し。

6. 組織の水分保留力の比較

蒸發作用による水分奪取力に對する組織の抵抗力即ち水分保留力如何は植物の耐乾性を決定する重要なる要素にして、今これによりて兩試験地植物の耐乾性の程度を比較せんため、晩秋に於て採集したる材料の根及び葉を 50°C の定溫乾燥器内に 2 日間 (48 時間) 放置したる後、組織内に尙残留する水分の量を檢したるに、根に於ては何れの材料植物に於ても當初乙地のものが甲地のものに比して比較的多くの水分を含有し居るも、乾燥後に於ては *Oe. biennis* に在りて矢張り尙乙地のものが割合に多量の水分を含有するも、*Oe. odorata* に於ては却て甲地のものが多量に含有するを見たり、然して葉に於ては何れも當初は乙地のものが多量の水を含有するに拘はらず乾燥後は何れも皆反對に甲地のものに於て多量なるを見たり (第十一及第十二表)。

第十一表 根の水分保留力の比較

		最初の含水量			2日間 50°C の乾燥器内に 放置したる後の含水量		
		甲	乙	其比 乙/甲	甲	乙	其比 乙/甲
<i>Oe. biennis</i>	全量に對する%	83.15	87.14	1.05	3.53	4.41	1.25
	乾量に對する%	493.80	678.68	1.37	3.72	4.59	1.23
<i>Oe. odorata</i>	全量に對する%	81.71	86.71	1.06	6.43	3.61	0.57
	乾量に對する%	448.87	644.71	1.44	6.89	3.82	0.55

毎回各材料につき1本づつ, 2回の實驗の平均。

第十二表 葉の水分保留力の比較

		最初の含水量			2日間 50°C の乾燥器内に 放置したる後の含水量		
		甲	乙	其比 乙/甲	甲	乙	其比 乙/甲
<i>Oe. biennis</i>	全量に對する%	81.02	85.40	1.05	3.73	3.53	0.95
	乾量に對する%	426.96	585.75	1.37	3.92	3.49	0.89
<i>Oe. odorata</i>	全量に對する%	78.41	84.46	1.08	5.18	4.07	0.79
	乾量に對する%	363.04	552.93	1.52	4.90	4.27	0.87

毎回各材料に1株3葉づつ, 2回の實驗の平均

即ち根に於ける場合は兩植物に於て結果を異にし劃一的結果を得ざりしと雖も, 葉に於ては兩植物とも甲地のものが水分保留力大なるを示すものの如し。兩試驗植物の根の水分保留力は *Oe. biennis* に於て著しく大なるは注目に價する事にして, 乾燥に對する抵抗力大なるを示すものならんか (第7章参照)。

7. 凋萎現象の觀察及び實驗的研究

1923年夏期七八月の候乾魃甚だしく試驗地附近の植物にして枯死したるもの多く, *Oe. odorata* に於ても其ロセット葉の枯死せるもの多きを見たり, 今其凋萎乃至枯死状態に入る經過を觀察するに, 葉の乾燥程度の進むに従ひ葉は一齋に直立し初むるを見る, 然れども此程度に於ては葉の膨満状態の減退は尙割合に少く, 従て之を凋萎の初期と認め得 (第1期)。次に直立したる葉の先端は漸次内方に屈曲し水分を失ひて乾き初む (第2期), 更に程度を進めるものありては葉の乾燥の度を加へ極端なる凋萎状態に入れるを示す (第3期), 然して遂に葉は全部乾燥枯死す (第4期)。就中第1期より第3期に至る間は根の膨満状態

には尙認むべき變化なきも、第 4 期に入れるものに在りては根の基部に於て明かに膨壓減退の徴候あるを認めらる。然して無雨なる事、實に 23 日に亘れる後の八月七日に於て、甲地に生育する *Oe. odorata* につき第 1 期乃至第 4 期凋萎状態を呈せるもの各 6 本づゝにつき其根の含水量を測定したるに、其全量に對する%は平均夫々 81.4, 78.2, 74.5, 及び 50.7 其絶對乾燥量に對する%は夫々 438.9, 364.8, 303.9 及び 118.1 にして、前記初冬に於ける正常状態にある同地同植物の根の含水量(生量に對して 84%, 乾量に對して 561%)に比して明かに漸歩的減退を示す、即ち根の水分含有量は葉の凋萎状態の進むに従ひて漸次減退す。

茲に注目すべきは *Oe. odorata* に在りては既に第 1 乃至第 4 期凋萎状態を示せる場合に於ても、同一地に生育する *Oe. biennis* に在りては未だ第 1 乃至第 2 期に在りて夫以上に達し居らず、以て後者が前者に比して乾燥に抵抗する性質大なることを想像し得べく、試験地附近の海岸に於て後者は前者に比して潮線に近くまで生育し居るを常とする事實の理由を之によりて首肯し得らるゝものゝ如し、然して前記八月七日に於て *Oe. odorata* と共に甲地に生育し第 1 及び第 2 期凋萎状態に達せる *Oe. biennis* の各六本を採集し其根の水分含有量を測定したる結果は、其全量に對する%に於て夫々平均 82.3 及び 79.2、其乾量に對する%に於て夫々平均 467.7 及び 389.6 にして、同様程度に凋萎せる *Oe. odorata* に於ける含水量と略一致するを見る。

次でロセット葉の凋萎乃至枯死状態の程度によりて甲乙兩試験地に於ける植物を比較したるに、兩試験植物何れに於ても甲地に於けるものに於て程度の進み居るを見たり、即ち甲地に於ては既に甚だしく凋萎状態に在るものを見る時にも、乙地に於ては常に正常状態と大差なきものゝみを見るを常とせり。試みに前記八月七日に於て乙地に生育する *Oe. biennis* 6本に就き其根の含水量を測定したるに其生量及乾量に對する%は夫々平均 84.7 及び 557.4 にして甲地のものに比して著しく大なるを見たり。

之によりて之を見れば恐らく乙地は甲地に比して植物に對する水分供給大なるべく、前記八月七日に於て兩地に於ける表面下 3 cm (上層) 及び 10 cm (下層) の個所に於ける土壤水分を測定したる結果(何れも 3 回實驗の平均)によれば其乾燥土重に對する%は甲地にありては上層 0.63, 下層 1.55 にして其比 100: 246, 乙地にありては上層 0.82, 下層 2.85, 其比 100: 348 にして(兩地土壤の重量には大差なく其比 142: 137, 第 2 表參照), 上層下層何れに於ても乙地に於ける含水量高く、且つ下層程含水量の高き程度は乙地に於て大なるを見る。以て乾燥期に於ける乙地土壤内水分は甲地のものに比して豊富なるを知るべく、これは恐らく海岸に近き乙地が地下水位に近きによるるべし。従つて乾燥時に於ては乙地の植物が容易

に凋萎状態に入らざるは、其乾燥に對する抵抗力大なるを意味するに非ずして其危險より保護せらるゝ事大なるによると考へらる。

次に兩試験地に生育する兩試験植物の乾燥に對する抵抗力を實驗的に測定すべく、曩に採集し置きたる兩地の土壤各 1 號乃至 3 號の各を直径 15 cm 深さ 12 cm の素焼植木鉢各 3 個づゝに盛り、初春に於てなるべく同大なる苗を選び、甲地土壤には甲地の植物を乙地の土壤には乙地の植物を植え、合計 18 本づつ *Oe. biennis* 及び *Oz. odorata* の鉢植を仕立てて十分に活着するを待ち、夏期に於て各號土壤に屬する兩植物各 1 鉢づゝなるべく同大なるものを選び、空氣の動搖少なき實驗室内に移し、初め總てを十分に灌水し其後水分の供給を全く斷ちて漸次植物をして凋萎せしめ、其経過を觀察すると共に所謂永久凋萎點³⁾ (Permanent wilting point) (1, 2, 4, 5, 6, 7, 16) に於ける土壤内水分の測定を試みたり。然して其測定法は SHIVE 及び LIVINGSTON 氏 (22) によりて用ひられたる方法を用ひたり。

室内に於ける兩植物の凋萎の経過を見るに、野外に於て觀察したると趣きを異にし、通常先づ成長を遂げたる葉の 1-2 に於て凋萎の傾向を現はし (第 1 期)、遂には總ての葉が凋萎して全く其組織緊張力を失ふに至る (第 2 期)。元來試験に用ひたる兩植物は何れも多肉の根を有するを以て其凋萎の経過は甚だ徐々に進行し、第 1 期と第 2 期との間に可なりの時日を要するを常とす。然して所謂永久凋萎點に相當する時期は第 2 期状態の内にあり。然りと雖も試験植物の性質上其永久凋萎點決定の確實を期する事甚だ困難にして、實驗成績の不一致を來すの恐れありしを以て、念のため第 1 期凋萎状態に入りたる時の土壤内水分をも測定したり。

七八月の候曩に用意し置きたる兩種植物の鉢植材料の内甲地及び乙地土壤に屬するもの各 3 鉢 (何れも 1 號乃至 3 號) 合計 12 鉢につき實驗を行ひ、兩地土壤に於ける平均結果を算出し其水分含有量の比較を試みたるに、兩植物何れの場合に於ても第 1 期凋萎時に於ける土壤内水分含有量は實驗毎に常に甲地土壤内に於て多量なるを見、*Oe. biennis* に於て 5 回 *Oz. odorata* に於て 4 回同様の實驗を繰り返して得たる總平均結果によれば、前者の場合にては全量に對する%は甲地 2.50 乙地 1.51 にして其比 0.62、乾量に對する%甲地 2.57 乙地 1.56 其比 0.61、後者に於ける場合にては夫々甲地 2.57 乙地 1.64 其比 0.64 及び甲地 2.64 乙地 1.67 其比 0.63 にして、明かに甲地土壤に於ける含水量大なるを見る (第十三表)。

3) 土壤内に灌水する事なくして鉢植を水分を以て飽和せられたる空氣中に 24 時間放置するも恢復する事なき程度までに凋萎したる植物を永久凋萎點に達せりと稱す。

第十三表 第一期凋萎時に於ける土壤内含水量

	實驗番號	全量に對する %			乾量に對する %		
		甲地	乙地	其比	甲地	乙地	其比
<i>Oe. biennis</i>	1	2.14	1.37	0.640	2.19	1.39	0.635
	2	2.41	1.27	0.527	2.47	1.29	0.522
	3	2.34	1.86	0.795	2.39	1.89	0.791
	4	2.69	1.59	0.591	2.76	1.61	0.583
	5	2.94	1.60	0.544	3.04	1.63	0.536
	平均	2.50	1.54	0.616	2.57	1.56	0.607
<i>Oe. odorata</i>	1	2.40	1.21	0.504	2.46	1.22	0.496
	2	2.83	1.73	0.611	2.90	1.76	0.607
	3	2.75	2.30	0.836	2.83	2.35	0.830
	4	2.31	1.33	0.576	2.37	1.35	0.570
	平均	2.57	1.64	0.633	2.61	1.67	0.633

次に所謂永久凋萎點に於ける土壤内水分の含有量を見るに、矢張常に甲地土壤に於て大にして3回繰り返して得たる總平均結果によれば、*Oe. biennis* の場合には全量に對する%甲地 1.45 乙地 0.69 其比 0.476、乾量に對する%甲地 1.48 乙地 0.63 其比 0.466、*Oe. odorata* の場

第十四表 第二期（永久凋萎點）に於ける土壤内含水量

	實驗番地	全量に對する %			乾量に對する %		
		甲地	乙地	其比	甲地	乙地	其比
<i>Oe. biennis</i>	1	1.16	0.44	0.379	1.18	0.44	0.373
	2	1.78	0.63	0.354	1.81	0.63	0.348
	3	1.40	1.00	0.714	1.44	1.01	0.701
	平均	1.45	0.69	0.476	1.48	0.63	0.466
<i>Oe. odorata</i>	1	1.52	0.66	0.434	1.55	0.66	0.426
	2	1.33	1.02	0.767	1.34	1.04	0.770
	3	1.85	0.93	0.503	1.89	0.94	0.497
	平均	1.57	0.87	0.554	1.59	0.88	0.553

合に在りては全量に對する%夫々 1.57, 0.87 其比 0.554, 乾量に對する%は夫々 1.59, 0.88 其比 0.553 なり (第十四表)。

8. 考 察

以上兩試驗地に於ける土壤の性質、兩植物の形態及び生理的性質の觀察及び實驗成績によれば、植物對水の關係は可なり複雑にして、今土壤と植物との兩方面より水の與奪關係を考察するに、土壤の物理的性質なる保水力 (Wasserkapazität) に於ては兩地土壤間に大差なきも、蒸發による乾燥に對する水分保留力 (Wasserhaltungskraft) に於ては明かに甲地土壤に於て大なるを見る。此一事を以てすれば甲地土壤は乙地土壤に比して植物に對する水分供給力小なるべく (16)、從て甲地に生育するものは土壤より水を得るに困難なるべき筈なり。

之に加ふるに乾越時に於て自然状態に在る土壤内の水分含有量比較の結果が乙地に於て却て大なるは植物によりて有利なる事にして、こは恐らく乙地 (海岸) に於ける地下水位の割合に高きによるべしと雖も、更に海岸の土壤は其含有鹽分の關係上地下水の表層への上昇を容易ならしむる事 (17) 等も與つて力あるべし。

翻つて兩地に生育する植物の形態的構造を考察するに、葉の外形は却て乙地のものがへら形を呈する事、葉の厚さは乙地のものに於て薄き事、其構造に於て葉肉組織の發達程度毛茸の數等の點より見る時は亦乙地のものが非乾性的なるを示す事等の事項は何れも乙地 (海岸) の植物は甲地のものに比して乾燥に對する抵抗性少きを意味するもの如く、獨り乙地植物に於ける葉の表皮系の比較的によく發達せる事及び其氣孔の數少き事より見て乙地のものが却て乾燥に對する用意大なるを想像せしむるは、既に記したる如く海岸に於ける風力其他の原因による蒸騰作用の過度となるを抑制する役目を有し、單に地上部特に葉に於ける生理的 special 事情に對する反應現象と認め得べく、之を以て大體より見て乙地植物が甲地のものに比して水分關係が良好なる状態にある事を否む事能はざるべし。

次に根及び葉の水分含有量が明かに乙地のものに於て大なるは、組織内水分保留力の大なるに由來するか、外界よりの水分供給大なるかに由來すべしと雖も、乙地土壤内の含水量多きの事實及び葉の組織の細胞液の濃度が却て乙地植物に於て小なるの事實より考ふる時は、こは恐らく後者の原因に由來するものなるべし、尙乙地のものが比較的多量の灰分を含有するの事實は之が海岸に近く生育する故なるべし、然して灰分含有量と水分含有量との間には一定の相關關係の成立する事疑なしと雖も (25)、灰分の多量なると細胞液の濃度との間には必ずしも平行的關係の存すると限る筈なからん。即ち原形質分離法により測定したる結果、

葉の表皮細胞液の濃度は却て多少甲地のものに於て大なりし的事實は之を證するものなり。

乾燥時に於ける凋萎現象が甲地のものは乙地のものに比して著しく進行するの事實は、土壤内水分含有量が甲地は乙地に比して少きの事實と相俟ちて 明かに甲地植物が危険状態に置かれ居る事を示すものにして、實に室内に於ける凋萎試験の結果一定の凋萎状態に達したる時の土壤内残留水分は常に甲地土壤に於て大にして、従つて植物對土壤の水分争奪戰に於て甲地土壤は乙地土壤に比して強大なる抵抗力を有するを證し得たるを見れば、甲地植物の水分經濟關係は乙地植物に比して不良なる状態にあるを知るに足る。然して蒸發による水分奪取力に對する葉の抵抗力は實驗の結果、甲地のものが乙地のものに比して明かに大なる事を證し得たるは、甲地植物が乾性的傾向を帶ぶるに至れる事大なるを示す。

斯くの如く種々の方面よりの考察の結果は海岸に近き乙地は之れより松林を隔てて可なり内地的なる甲地に比して植物に對する水分關係却て良好にして、従つて植物自身の形態及び生理的性質は多くの點に於て乙地植物が非乾性的なるを見る。即ち數量的比較研究の結果は僅々 225 メートルを隔てたる甲乙兩裸地に於て土壤の植物に對する水分供給力に或程度まで明かなる差異の存するを證し、且之に生育する植物に一定の生理的及び形態的差異を生ぜしめ、植物の外界に對する適應現象が如何に鋭敏に對外界の反應として表はれ來るかを示すに足る。尙本研究に於て利用したる乙地は海岸潮線に近く、單なる外見的考察の結果は稍もすれば甲地に比して植物に對し一層乾燥的乃至生理的乾燥性なるが如く見ゆるに拘らず、研究の結果却て甲地が生理的に乾燥地なる事を立證し得たるは、詳細なる數量的比較研究の賜にして、植物對外界の關係を論ずるに當り、從來稍もすれば餘りに概括的に渡り、小局部に於ける外界條件の差異の植物に對する影響を等閑視するの傾きありしは、蓋し植物地理學乃至生態分布學等の立場として已むを得ざるに出でたるべしと雖も、近來小局部に於ける外的條件の變化を重要視するに至れるは (11, 24, 30) 野外生理學又は實驗的生態學發達に對して大なる意義を有するものなるべし。

9. 摘 要

1. 本研究は *Oe. biennis* 及び *Oe. odorata* を材料として外見的には可なりに類似し只海岸潮線よりの距離に於て異なりたる兩地(乙地は高潮線より 3-4 メートル甲地は乙地より 225 メートル)に於ける植物對外界の關係を比較したり。

2. 兩地に於ける土壤の保水力に於ては互に類似するも乾燥に對する水分保留力は甲地土壤に於て高きを見たり。

3. 自然の狀態に在りては乙地は甲地に比して乾越時に於ける地中水分含有量大なり。
4. 兩地に生育する植物の葉の形態及び構造より見る時は大體に於て甲地のものがより乾性的なり。
5. 兩地植物の水分及び灰分の含有量は何れも乙地のものが大なり。然れども葉の表皮細胞に於ける細胞液濃度は却て甲地のものに於て大なるを見る。
6. 自然狀態に於ては甲地植物は乙地植物に比して早く凋萎す、こは主に乙地は甲地に比して水分供給大なるによるものにて、乙地植物が乾燥に對する抵抗大なるに由來するものに非ず。
7. 植物の凋萎時に於ける土壤内含有水量は甲地土壤に於て大なり、即ち甲地の植物は土壤よりの水分奪取困難なり、然して蒸發に對する葉の抵抗力は甲地のものに於て大なるを見る。従て甲地植物は乙地植物に比し乾性的傾向を示す事大なり。
8. 之を要するに某地に生育する植物は一見何等の適應的變化を示さざる場合と雖も、之を數量的研究によるときは、植物に對する外的條件の差異を明かにし、同時に之れに對する植物の生理的及び形態的適應現象の存するを發見し得べし。

(1924年3月九州帝國大學植物學教室)

引用文獻

1. BAKKE, A. L., The index of foliar transpiring power as an indicator of permanent wilting in plants. Bot. Gaz. 60, 314-319, 1915.
2. BAKKE, A. L., Determination of wilting. Bot. Gaz. 64, 81-116, 1918.
3. BENECKE, Wind und Pflanze. Flora 117, 293-300, 1924.
4. BRIGGS, L. J. and H. L. SHANTZ, A wax seal method for determining the lower limit of available soil moisture. Bot. Gaz. 51, 210-219, 1911.
5. BRIGGS, L. J. and H. L. SHANTZ, The wilting coefficient and its indirect determination. Bot. Gaz. 52, 20-37, 1912.
6. BRIGGS, L. J. and H. L. SHANTZ, The relative wilting coefficient for different plants. Bot. Gaz. 53, 229-235, 1912.
7. BRIGGS, L. J. and H. L. SHANTZ, Die relativen Welkungskoeffizienten verschiedener Pflanzen. Flora 105, 220-240, 1913.
8. GRADMANN, H., Windschutzrichtungen an den Spaltöffnungen der Pflanzen. Jahrb. wiss. Bot. 62, 449-527, 1923.
9. HABERLANDT, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 5-Aufl. Leipzig 1918.

10. HILGARD, E. W., Soils. London 1919.
11. KRAUS, G., Boden und Klima auf kleinsten Raum. Versuch einer exakten Beobachtung des Standortes auf dem Wellenkalk. Jena 1911.
12. LIVINGSTON, B. E. and G. H. JENSEN, An experiment on the relation of soil physics to plant growth. Bjt. Gaz. 38, 67-71, 1904.
13. LIVINGSTON, B. E., The relation of desert plant to soil moisture and evaporation. Carnegie Inst. Washington Pub. 50, 1906.
14. LIVINGSTON, B. E., Present problems in soil physics as related to plant activities. Amero. Natur. 46, 294-301, 1912.
15. LIVINGSTON, B. E., A modification of the BELLANI porous plate atmometer. Science N. S. 61, 872-874, 1915.
16. LIVINGSTON, B. E. and R. KOKETSU, The watersupplying power of the soil as related to the wirting of plants. Soil Science 9, 469-485, 1920.
17. LYNDE, C. J. and H. A. DUPRÉ, On osmosis in soils. (Jour. Americ. S.c. Agron. 5, 102-106, 1913) Ref. in Just's bot. Jahresber. 41, 1913.
18. MAXIMOW N. A., Physiologisch-ökologische Untersuchungen über die Dürre-resistenz der Xerophyten. Jahrb. wiss. Bot. 62, 128-144, 1923.
19. MITSCHERLICH, E. A., Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Berlin 1905.
20. RAWITSCHER, F., Beiträge zum Windeproblem. Zeitschr. f. Bot. 16, 1-55, 1924.
21. SCHIMPER, A. F. W., Plant-geography upon a physiological basis. Engr. trans. Oxford 1903.
22. SHIVE, J. W. and B. E. LIVINGSTON, The relation of atmospheric evaporating power to soil moisture content at permanent wirting in plants. Plants World 17, 81-121, 1914.
23. STOCKER, O., Die Transpiration und Wasserökologie nordwestdeutscher Heide- und Moor-pflanzen am Standort. Zeitschr f. Bot. 15, 1-41, 1924.
24. STOCKER, O., Klimamessungen auf kleinsten Raum an Wiesen-, Wald- und Heidepflanzen. Ber. Deut. Bot. Ges. 41, 145-150, 1923.
25. STOCKER, O., Beiträge zum Halophytenproblem. Zeitschr. f. Bot. 16, 289-330, 1921.
26. STOCKER, O., Oekologisch-pflanzengeographische Untersuchungen an Heide-, Moor- und Salz-pflanzen. Die experimentelle Widerlegung der SCHIMPER'schen Xerophyten-theorie. Die Naturwiss. 12, 639-649, 1924.
27. SUZUKI, G. (鈴木限三), 海濱植物の滲透壓の變化, 植物學雜誌 31, 153-166, 1917.
28. WARMING, E. und P. GRAEBNER, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 3-Aufl. Berlin 1918.
29. YOSHII, Y. (吉井義次), 太田砂山に於ける砂丘植物の生態的研究. 30, 311-340, 1916.
30. YAPP, R. H., On stratification in the vegetation of a marsh, and its relation to evaporation and transpiration. Ann. Bot. 23, 275-391, 1909.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN
PFLANZEN UND IHREN ÄUSSEREN LEBENSBEDINGUNGEN
AUF QUANTITATIVEM WEGE. I. EINIGES ÜBER STUDIEN
AN *Oenothera biennis* UND *Oe. odorata*.

(Resumee)

Makoto TAKENOUCI und Riichiro KOKETSU

Wir haben heute schon ziemlich Kenntnis von den Beziehungen zwischen den Pflanzen und ihren äusseren Lebensbedingungen, aber diese Kenntnis basiert grösstenteils auf Ergebnissen erhalten durch die physiologisch-morphologischen oder -anatomischen Betrachtungen und Studien; und man ist nun neuerdings darauf aufmerksam geworden, dass experimentell-physiologische Untersuchungen auf diesem Studienggebiet dringend nötig sind. Um solch eine Untersuchung eingehend auszuführen, ist es natürlich sehr wünschenswert, dass man den Veränderungsgrad einer biologischen Erscheinung zahlenmässig darstellen könne, um damit auch einen geringen Unterschied anschaulich machen zu können.

Die Verfasser suchten festzustellen, inwieweit die äusserlich wenig unterschiedbare Verschiedenheit der Bedingungen an zwei verschiedenen Standorten einen Einfluss auf die Pflanzen ausüben kann. Als Versuchsmateriale wurden *Oenothera biennis* und *Oe. odorata* benutzt, welche teils auf einem sonnigen Strand und teils auf einem davon nur 225 m. entfernten ebensogut sonnigen Innenort wuchsen.

Obwohl die sog. Wasserkapazität des Bodens an beiden Versuchsorten beinahe gleich war, so war doch die Wasserhaltungskraft des Bodens des Innenorts eine höhere. Dagegen war der Wassergehalt des Bodens *in Situ*, welcher an einem höchst trockenen Tage bestimmt wurde, am Strande höher, was vielleicht durch den höheren Stand des Grundwassers zu erklären ist.

Die äussere Gestalt der an beiden Orten befindlichen Pflanzen war sehr ähnlich, sodass man zwischen ihnen keine ansehnliche Verschiedenheit der Anpassungsmerkmale beobachten könnte. Aber durch zahlenmässige Darstellung des Veränderungsgrades an der Form und dem Bau der Rosettenblätter wurde festgestellt, dass es zwischen den Individuen an beiden Versuchsorten einige Unterscheidungsmomente gab, welche wahrscheinlich auf eine Xerophytie der Pflanzen am Innenort hinweisen.

Der Wasser- und Aschengehalt der an Ort und Stelle befindlichen Pflanzen wurden an den Strandindividuen höher gefunden, wie das zu erwarten stand. Die Zellsaftkonzentration der Blattepidermiszellen festgestellt durch die Plasmolysemethode war aber bei den Innenortsindividuen etwas höher.

Nach Beobachtung des natürlichen Standes der Pflanzen an sehr trockenen Tagen, war zu sehen, dass die Innenortsindividuen weit früher als die Strandindividuen welkten. Aber diese Tatsache ist vielleicht nicht dadurch bedingt, dass die Individuen am Strand grössere Widerstandsfähigkeit besässen, sondern dadurch, dass die Wasserversorgung des Strandbodens eine höhere ist.

Als die Verfasser nun weiter die Wasserhaltungskraft des Boden gegen die Wasserentziehungskraft der benutzten Pflanzen, oder den Wassergehaltsrückstand im Boden an dem Punkte, wo die darin bewurzelten Pflanzen jetzt in einen bestimmten Zustand des Welkens eingetreten waren, bestimmten, fanden sie mit Bestimmtheit, dass die Wasserversorgungskraft des Bodens, welche sich zu der genannten Wasserhaltungskraft umgekehrt verhalten soll, an dem Innenortsboden niedriger ist. Der Widerstand des Blattgewebes gegen Evaporation war an den Innenortsmaterialien höher als an den Strandmaterialien.

Aus alle dem Gesagten ist also dahin zu schliessen, dass der Strandort physiologisch weniger leicht trocknet, obwohl näher an der See gelegen, und die Pflanzen selbst an dem Innenstandort sowohl physiologisch als auch morphologisch mehr xerophytisch geworden sind, was alles erst durch die Studien auf dem quantitativen Wege anschaulich geworden ist.

März, 1924

Botanisches Institut

Kaiserl. Kyūshū-Universität