

植物と外界との関係の數量的方法による研究：II. 水分蒸散及吸収兩作用の相互關係による研究法の植 物生能學的價值に就て

竹内，亮
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20748>

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 2 (3), pp.213-231, 1927-04. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利關係：



植物と外界との關係の數量的方法による研究

II. 水分蒸散及吸收兩作用の相互關係による研究法の植物生態學的價值に就て¹⁾

竹 内 亮

(昭和二年三月七日受領)

最近に於ける實驗植物生理學及び生態學の異常なる進展に伴ひ植物の水分經濟に關する知見は著しき發達を見ると共に、それによる舊來の植物生態學の見解 (19, 26) は漸次改變せらるゝに至れり (1, 3, 4, 5, 8, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24)。然れどもそれ等の研究の多くは植物の水分蒸散及び吸收の兩作用を個々別々に考察したる場合多く、從つてその相互關係の生態學的意義に關する研究は未だ充分なりと云ふべからず。こゝに於て著者は此兩者の相互關係を數量的に考查し之れが植物の異なる習性を表示する上に如何なる結果をもたらすかに就て研究を試みたり。然れども本研究は未だ進行の中途にあるを以てその詳細に就きてはこれを後報にゆづることとし、本報に於ては主として著者の用ひたる研究方法が比較的簡單なるにかゝらず猶且つ興味ある結果をもたらすに足るものなることを知り得たる事に就きて報告するに止めたり。

本研究は額瀨教授の計劃と指導の下に行ひたるものなり、茲に之れを附記して同教授に對する深厚なる謝意を表す。

1. 研究材料及び方法

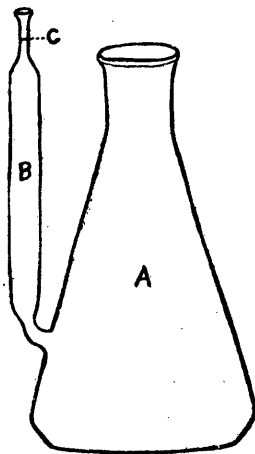
植物生態學的研究にありては植物の自然生育地に就き直接に種々の實驗觀察を行ふ事が一層重要な意義を有すること勿論なれども、植物の水分經濟に關する野外研究にありては方法上種々の困難あるがため充分なる結果を得難く、從つて實驗室内に於ける研究による考察を必要とする場合少からず。著者の採りたる方法は異なる習性を有する植物をなるべく根を害せざる様注意して掘り取り、實驗室内に於ける環境の下に比較試験を行ひたるにあり。

1) 九州帝國大學植物學教室業績第十五號。

研究に用ひたる植物はホソバノハマアカザ (*Atriplex littoralis* var. *serrata*), ハマシオン (*Aster Tripolium* var. *integerifolium*), センダングサ (*Bidens bipinnata*), ケイトウ (*Celosia cristata*), 及びアラベンケイサウ (*Sedum viride*) の 5 種を選び、之等の外形的に稍明瞭なる形態的及び生態的差異を認め得る植物間に於ける水分蒸散及吸収の相互關係の差異を求めんとせり。而して材料植物の採集當時の生理狀態は實驗の結果に重大なる影響を來すものなるべきを以て此研究に於ては便宜上實驗毎に略相似たる時間に於て且つ普通なる狀態にある植物を採集することとせり。

此目的のために著者は瀧瀬教授が PFEFFER 氏 potometer (18) に準じて設計されたる小なる potometer (第 1 圖) を使用し、秤量によりて水分蒸散の量を、容量によりて根の水分吸

第 一 圖



收の量を測定し、その得たる數値は葉の單位面積、組織乾燥物質の單位重量及び組織粉末の單位容積 (8, 9) に對する比數に換算し、更に LIVINGSTON 氏の球形 anemometer (11, 12) の併用によりてその蒸發量に對する比數に換算し、其値を相對蒸散量 (15) 及び相對吸水量として考察の基礎としたり。但しこの相對吸水量は計算の便宜上算出したるものにして相對蒸散量とは其の意義同じからざるは勿論なり。

著者の實驗に使用したる potometer は高さ約 15 cm 其底部の直徑約 8 cm の上部に細くなれる硬質硝子瓶 (A) にして口徑約 3 cm 容量約 280 cc. なり。其の側面下部に上部を細くしたる長さ約 13 cm の硝子管 (B) を融着しその細き頸部に一條の目盛り (C) を施し管中の水準を最初其の部位に止むることとせり。瓶の口には中央に徑約 7 mm に穿孔し二つに切り離して合せたるゴム栓を施したり。

植物は出來得る限り注意して根を完全に掘りとり直ちに水浸してその乾燥を防ぎ (海岸に自生せる鹽生植物の採集にあたりては海水を使用したり), 後室内に於て莖の下部を脱脂綿にて巻きその部にてゴム栓の間にはさみ井戸水又は海水にて瓶中に氣泡を止めざる様に裝置し、栓の部分はパラフィンにて密封したり。植物は實驗毎に 11 時乃至 12 時の間に採集し直ちに potometer に裝置して實驗室内に移し、其の室内の狀態に馴れしめたる後 16 時實驗を開始し、豫備實驗に於ては 24 時間毎に 1 回づゝ 3 日間繼續したれども、本實驗に於ては後に詳記する理由によりて最初の 24 時間にて實驗を打ち切りたり。實驗室は東側に小なる硝子窓を有する小室にして、他の部分は厚き壁と戸によりて圍まれ空氣の動搖少なく、實

驗中の室内温度は殆んど一定に保たれ攝氏 28° 乃至 30° を示したり。實驗植物は窓側より約 1 乃至 1.5 m 内側に入りたる處にて床上約 1 m の高に置き日光の直射を避けたり。

此實驗装置による實驗にて得たる相對蒸散量 (T) 及相對吸水量 (A) の値を基礎として兩者の和 (A+T), $\frac{\text{相對吸水量}}{\text{相對蒸散量}} \left(\frac{A}{T} \right)$, $\frac{\text{相對吸水量}}{\text{相對吸水量} + \text{相對蒸散量}} \%$, $\left(\frac{A}{A+T} \right) \%$, $\frac{\text{相對蒸散量}}{\text{相對吸水量} + \text{相對蒸散量}} \%$, $\left(\frac{T}{A+T} \right) \%$ 及後二者の差 $\left(\frac{A-T}{A+T} \right)$ の各々に就き計算を行ひたり。

又實驗毎に同一植物に就き井戸水及び海水各 2 或は 3 個を双方對照的に置き、淡水に於ける結果と海水に於ける結果とを比較觀察したり。實驗に使用したる井戸水は毎回實驗前に汲みとり一旦煮沸して氣泡を去りたるものを冷却して使用し、海水はその度毎に九州帝國大學農學部裏の海水を汲みとりそのまま使用したるが氣泡を發生するが如き事甚だ稀なりき。而して使用したる海水中の粗鹽分は常に不定にして 2.98% 乃至 3.60% の變化を示したり。

2. 豫 備 實 驗

植物が或る他の正常狀態より potometer の如き異常狀態に急激に移されたる後に於ける植物の水分蒸散及び水分吸収が如何に作用するものなりやに就ての概念を得るため、同一種類の植物の種々異なる狀態に生育せるものにつき淡水及び海水を以て實驗開始後 3 日間の變化を一日毎に觀察したり。

此の目的のために著者は模範的多肉鹽生植物の一なるホソバナハマアカザを用ひ、其の海岸砂地に自生せるもの (海砂) の外に前年秋海岸にて採集したる種子を海岸の含鹽泥土を盛りたる鉢に播種して硝子室内に置き主として淡水を灌水し時々海水を加えて栽培したるもの (海室泥)、前年秋畑に栽培したる植物より採集したる種子を畑砂を盛りたる鉢に播種して硝子室内に置き淡水のみにて栽培したるもの (内室砂)、同じ種子を畑に播種して淡水にて栽培したるもの (内内砂) 及び前年秋海岸にて採集したる種子を畑に播種して淡水にて栽培したるもの (海内砂) の 5 通りの植物に就きて實驗を行ひたるが、後二者は栽培せる他の者に比して水分の供給を不定ならしめ時々甚しき乾燥狀態に放置せしめたり。

ホソバナハマアカザは前記の如く模範的多肉鹽生植物の一なるが鹽分少なき土地に於てもよく發芽生長し、殊に其の發芽率及速度は淡水に於て甚だ良好且つ速かなり。又其の後の伸長生長も水分過度ならざる限り灌水適當なときは甚だ良好なるを見たり。而して其の植物は乾燥の度少しく過れば甚だ容易に凋萎狀態を示すを見たるが、その凋萎狀態のまゝ稍長く持續し得る事は他の中性植物等と異なる特質なり (15)。又植物は鹽分の高き土地に生ずるもの程莖葉多肉質となり、同時に紅色々素の現出多く、鹽分少き土地のもの程葉薄く莖葉は綠

色を呈し、且つ葉は大形にして鋸齒の發達顯著となる。

a. 植物を淡水にて裝置したる場合

豫備實驗は 2 回に亘り行ひたるが植物を淡水に裝置したる場合に於ける相對蒸散量及び

第 1 表

ホソバナハマアカザの異なりたる狀態に生育したるものを potometer に裝置後約 4 時間目より 24 時間毎に一回づゝ 3 日間觀察したる相對吸水量及び相對蒸散量

第 一 實 驗

植 物	測 定 日	植物を淡水にて裝置したる場合				植物を海水にて裝置したる場合			
		A	T	$\frac{A}{T}$	$\frac{A'}{T'}$ *	A	T	$\frac{A}{T}$	$\frac{A'}{T'}$ *
海 砂	第 1 日	354	203	1.74	1.75	332	214	1.55	1.56
	第 2 日	214	209	1.02	1.03	103	164	0.63	0.62
	第 3 日	195	201	0.97	0.98	43	140	0.31	0.31
	3日間の平均偏差**	±26.00	± 1.00	±26.67	±26.67	±72.33	±16.00	±58.00	±58.67
海室泥	第 1 日	582	426	1.37	1.37	282	192	1.46	1.46
	第 2 日	396	324	1.22	1.26	124	132	0.94	0.93
	第 3 日	388	279	1.39	1.43	117	152	0.77	0.75
	3日間の平均偏差	±18.67	±16.33	± 5.33	± 4.67	±41.33	±14.00	±25.33	±26.33
内室砂	第 1 日	583	349	1.67	1.63	304	247	1.23	1.25
	第 2 日	381	404	0.94	0.94	116	191	0.61	0.59
	第 3 日	350	301	1.16	1.16	89	153	0.58	0.58
	3日間の平均偏差	±22.00	±10.00	±22.00	±22.00	±53.00	±16.67	±35.00	±36.33

第 二 實 驗

海 砂	第 1 日	761	502	1.52	1.50	315	216	1.46	1.47
	第 2 日	509	497	1.02	1.02	164	165	0.99	1.01
	第 3 日	167	343	0.49	0.43	107	141	0.76	0.79
	3日間の平均偏差	±43.33	±15.33	±34.00	±34.67	±41.00	±16.00	±24.00	±23.33
海内砂	第 1 日	494	399	1.24	1.21	245	163	1.50	1.48
	第 2 日	403	385	1.05	1.07	253	205	1.23	1.23
	第 3 日	311	338	0.92	0.94	238	229	1.04	1.02
	3日間の平均偏差	±15.33	± 6.67	±10.67	± 8.33	± 2.00	±12.00	±12.67	±12.67
内内砂	第 1 日	670	575	1.17	1.17	233	164	1.42	1.43
	第 2 日	652	605	1.08	1.07	168	142	1.18	1.21
	第 3 日	517	493	1.05	1.05	157	132	1.19	1.16
	3日間の平均偏差	±10.33	± 7.67	± 4.33	± 4.67	±17.00	± 8.33	± 8.33	± 9.00

* $A, T, \frac{A}{T}$ は各々植物組織の乾量 1 瓦に對する相對吸水量及び相對蒸散量を 1000 倍したるもの並びに兩者の比, $\frac{A'}{T'}$ は植物の葉の面積 100 cm² に對する相對吸水量及び相對蒸散量相互の比なり。

** 3 日間の平均偏差は 3 日間の平均値を 100 としたる場合の比數の平均偏差を $\pm \frac{\sum d}{n}$ 式によりて計算したるものなり。

相對吸水量は（第 1 表）裝置後約 4 時間より最初の第 1 日間に於ては 2 回の實驗を通じて相對吸水量は相對蒸散量より大なれども、第 2 日以後に於ては兩者の關係區々として一定せる傾向を認むるに稍困難なるが、概して水分蒸散及吸收兩作用共漸次減少するを見たり。

今植物の異なる生育狀態の影響が如何に發現したるかにつきて各實驗例に就きて乾燥植物組織の單位重量による値によりて之れを見るに、第一實驗例に於ては第 1 日目に於て相對吸水量の相對蒸散量を超過せる割合は「海砂」に於て最大にして兩者の比 1.74 を示せるが、第 2 日目に至りては急に減少して 1.02 となり、第 3 日目に至りては 0.97 を示せり。而して此の比の急激なる減少は主として相對吸水量の急激なる減少に起因し、相對蒸散量の減少は著しく少なくして 3 日間に於ける平均を 100 としたる場合に於ける 3 日間の値の比數の平均偏差 ($\pm \frac{\sum d}{n}$) (以下之れに準ず) に就きて見るに前者に就ては ± 26.00 なるに後者に於ては僅かに ± 1.00 に過ぎず。第二實驗例に於にも略相似たる傾向を示したれども相對蒸散量の變化も比較大なるを見たり。而して相對吸水量と相對蒸散量との比の減少は第一實驗例に比して更に甚しく 3 日間の平均偏差は第一實驗例に於ては ± 26.67 なりしに第二實驗例に於ては ± 34.00 に及べり。かくの如き數値上の變異は種々の原因によりて現はるゝならんも海濱の狀態が潮汐作用によりて採集毎に變化せるは其の重要なものゝ一なるべし。次に第一實驗例の「海室泥」の場合にありては第 1 日目に於ける相對吸水量と相對蒸散量との比は 1.37 にしてしかも第 2 日目に於て一時 1.22 に減少したれども第 3 日目に於て更に 1.39 に回復せるを見たるが、この 3 日間の平均偏差に就きて見るに僅かに ± 5.33 にして變化甚だ僅少なりしを見るべし。而して前者と同様相對吸水量に於ける減少大なれども猶相對蒸散量の減少と並行し 3 日間の平均偏差は前者の ± 18.67 に對し後者は ± 16.33 を示したり。次に第一實驗例の「内室砂」に於ては第 1 日目に於ける相對吸水量と相對蒸散量との比稍大にして 1.67 に達し、第 2 日目に於ては急に 0.94 に降下したるが、第 3 日目に至り再び上昇して 1.16 を示せり。而して相對吸水量の 3 日間に於ける變化が相對蒸散量に於けるものに比して大なることは「海砂」と甚だ相似たり。

第二實驗例に於ける「海内砂」は相對吸水量と相對蒸散量との比に於て第 1 日目に 1.24、第 2 日目に 1.05、第 3 日目に 0.92 に遞減し、3 日間の平均偏差に於て ± 10.67 に止まれり。相對吸水量、相對蒸散量各々に就いて見るも双方共遞減的にして前者に於て其の割合大なれども其の 3 日間の平均偏差は前者は ± 15.33 、後者は ± 6.67 に止まれり。「内内砂」に於ては相對吸水量と相對蒸散量との比は第 1 日目に 1.17、第 2 日目に 1.08、第 3 日目に 1.05 にして其の遞減的なるは「海内砂」に相似たれども、其の變化の割合は甚だ僅少にして 3 日間

の平均偏差僅かに ± 4.33 に止まれり。又相對吸水量及び相對蒸散量の各々に就きて見るに略「海内砂」と相似たる傾向を示し、前者の 3 日間に於ける平均偏差は ± 10.33 にして後者は ± 7.67 なり。

以上 5 通りの異なる状態に生育したる同一種類の植物に就いて 1 回乃至 2 回の實驗結果の比較なるを以て充分信頼すべき結果なりと認め得ざるも「海砂」に於て第 1 日目に於ける相對吸水量と相對蒸散量との比の他の状態に生育せるものより大なりしこと、3 日間に於ける其の減少的變化の比較的急激なりしことによりて他の 4 通りの状態のものより區別せらるゝを見るべし。又他の 4 通りの状態に生育せる植物間に於ける差異如何は未だにはかに斷定すべからずとするも幾分其の間に差異の認めらるゝものがあるが如し。即ち比較的乾燥状態に栽培したる「海内砂」及「内内砂」に於て 3 日間に於ける吸水、蒸散兩作用の變化が比較的僅少なりしことを認めたるが如き之なり。

b. 植物を海水にて裝置したる場合

植物が高き濃度の溶液に侵されたる場合其の生理状態特に水分關係に顯著なる變化を來すことは HARTER 氏 (6), HUBER 氏 (7), 及び MONTFORT 氏 (17) 等によりて明かにせられたる處なるが、著者が前記淡水を用ひて行へる實驗と同時に同一状態に生育したる植物にてつき各状態毎に對照的に海水を用ひて行ひたる實驗結果は (第 1 表), 淡水の場合と同様に第 1 日目に於ける相對吸水量が相對蒸散量を凌駕すること、而して兩者の比が第 2 日目以後に於て急に減少することを認め得べし。然れども海水の場合に於ては概して淡水の場合に比して相對吸水量及び相對蒸散量双方ともに甚だ少なく、しかも凋萎することなくして淡水の場合と略並行的傾向を示せるは鹽生植物の適應性の甚だ微妙なる機構を示すものとして注目すべきものなり。而して「海内砂」及び「内内砂」とは海水を用ひたる場合も淡水の場合と同様に他のものに比して相對吸水量と相對蒸散量の 3 日間に於ける變化比較的少なきことを見たり。こはこの二者が他の者に比し稍乾燥状態に生育したるがために發現したる現象なりと認め得るが如し。

c. 豫備實驗による考察

Potometer に裝置せる植物の水分蒸散及び吸収の相互關係に就きては議論一定せずと雖も (2), かかる議論は植物が根を有するや否や、植物の實驗前の状態如何及び實驗時間の長短等に関係すること大なるを以て一々それ等項目に就きて考慮するの要あること勿論なるべし。著者の實驗によれば他の正常状態より根を有するまゝ急に potometer に移したる數時間後より第 1 日目に於ける相對吸水量は相對蒸散量より常に大なることを認めたるが、第 2 日目

以後に於ては相互の關係稍區々たるを見、又 3 日間の總和に於ても一定の意義を推知し得べき傾向あること認め得ざりき (第 2 表)。然れどもこの 3 日間の總和に於ける兩者の比は 1 を中心として甚だ遠からざる範圍にあるを見れば、兩者の關係は短かき時間に於ては一定せざれども比較的長き時間に於ては兩者の比略 1 を示すべきは勿論なるべし (7,17)。

第 2 表

ホツバノハマアカザの生育狀態を異にせるものの 3 日間に於ける相對吸水量と相對蒸散量との比較

植 物	植物を淡水に裝置したる場合			植物を海水に裝置したる場合		
	相對吸水量	相對蒸散量	比	相對吸水量	相對蒸散量	比
海 砂 (1)	763	613	1.24	478	518	0.92
海 砂 (2)	1437	1342	1.07	586	522	1.12
海 室 泥	1366	1029	1.33	523	477	1.10
内 室 砂	1314	1054	1.25	509	591	0.86
海 内 砂	1208	1122	1.08	736	597	1.23
内 内 砂	1839	1673	1.10	558	438	1.27

次に注意すべきことは 3 日間を通じて相對蒸散量の變化は相對吸水量の變化に比して常に僅少なりしことにして、兩者の比は概して第 2 日目以後に於て減退の傾向を見たるは主として相對吸水量の急激なる減少に起因したることはすでに記述したるが如し。而してその減少の割合は「海砂」に於て他の者より特に大なりしこと、及び他の者の間に於ても水分供給の不良なる狀態に生育したる「海内砂」及び「内内砂」に於て相對吸水量及び相對蒸散量の 3 日間に於ける變化比較的少かりしことは植物の實驗前に於ける生育狀態の差異を此の實驗に於ける相對吸水量と相對蒸散量との相互關係に於て多少之れを認め得たるが如し。然れども淡水と海水とを對照比較したる結果に於て各々の生育狀態の植物毎に略相似たる傾向を示し實驗前の生育狀態の差異に由來する海水に對する適應性の良否に就きては充分なる結果を認め得ざりしことは前記の如く實驗に供したる材料植物が模範的鹽生植物にして海水に對する廣き範圍の適應性を有するもの (24,25) なるが故なるべし。

かくの如く生育狀態を異にせる同一種類の植物間の蒸散と根の吸水との相互關係に就きて前記の如く短期間 (3 日間) に於ける實驗結果より一定明瞭なる傾向を發見することは容易なることにあらざるが如く、若し植物を potometer に裝置したる後其の植物が枯死するに至る迄の全経過を見ることを得るならば恐らく興味ある結果を得るならんも、そは少なからざる困難を豫期せざるべからざるを以て之れ亦容易の業にあらざるべし、然れども上記の實驗結果によるときは常に相對吸水量が相對蒸散量を凌駕するの事實を見たることは甚だ注目す

べきことにして、これは少くとも植物に對する環境變化の直接影響を最もよく示すものと解すべきものにして、その後の關係の區々たるは第二次的因子の影響多分に加はるによるものと推考するに難からず。よりてこの第 1 日目に於ける蒸散及び吸水の兩作用の調査によりて問題の解決に一道の光明を認むべきものと察せらる。

これによりて著者は以後本實驗を行ふに當りては植物を potometer に裝置したる後の最初の比較的短かき期間即ち前記の第 1 日間に於ける相對蒸散量と相對吸水量との關係に就きて觀察比較するに止めたり。然して之れに關する詳細なる研究は之れを他日にゆづり、こゝに於ては著しく生態又は形態を異にせる異なる種類の植物間に於ける差異を比較研究する方法として問題の研究法が如何なる價值を有するものなりやに就いて考察することを目的とせり。

3. 異なる生態又は形態を有する異なる種類の植物間に於ける比較

本實驗に於ては模範的多肉鹽生植物なるホソバノハマアカザの海岸砂地に自生するもの、同じく模範的多肉鹽生植物にして鹽性濕地草原に自生せるハマシオン、海岸砂地の中性草原に生ずるセンダングサ、海岸の直接影響なき畑地に培養したる陽性中性植物なるケイトウ及び同處に培養したる普通多肉植物なるアヲベンケイサウの 5 種を用ひ比較研究を試みたるが、實驗毎に豫備實驗に於て行ひたるが如く同種類につきて淡水と海水とを對照したり。然してケイトウに於ては 2・倍に稀釋したる海水を用ひたれども他はすべて海水そのまゝの濃度にて使用したり。實驗結果はホソバノハマアカザは 9 回に亘り淡水に於けるもの 18, 海水に於けるもの 16, ハマシオンは 3 回に亘り淡水に於けるもの 4, 海水に於けるもの 5, センダングサは 3 回に亘り淡水、海水各 5, ケイトウは 3 回に亘り淡水に於けるもの 5, 海水に於けるもの 3, アヲベンケイサウは 2 回に亘り淡水、海水各 5 に就きて各々相對蒸散量及び相對吸水量を算出して之れを基礎として既記の如き種々の計算を行ひ其の結果を比較したり。

本實驗に於ては相對蒸散量及び相對吸水量は豫備實驗の場合と同様植物組織全部の乾燥重量 1 瓦及び 100 平方 cm の葉の面積に對する値に換算し更に植物體全組織より得たる粉末の容積 1 立方 cm に對する値 (9,10) をも算出し、何れも取扱ひの硬宜上之れを 1000 倍して考察に資せり。而して各植物によりて得たる之等 3 種の數値に就き其の實驗上の誤差の程度を知るため其の値の平均を 100 としたる比數の平均偏差 ($\pm \frac{\sum d}{n}$) を計算したる結果は何れも略同様に一定せる傾向ある差別を認められず (第 3 表)。此事實は之れを換言す

れば、同一植物に於ける場合に於て其の相對蒸散量及び相對吸水量を測定したる結果は其の何れの方法によりて表示せらるるも略同一の結果となることを意味す。然れども其の誤差の

第 3 表

種々の植物を potometer に裝置し實驗室内に約 4 時間放置したる後より第 1 日目の相對吸水量及び相對蒸散量を葉の單位面積、組織の單位乾量及び組織の單位粉末容積に對する値に換算したるもの、誤差の比較（平均値を 100 としたる場合の比數の平均偏差にて示す。但し數値の「±」符號は便宜上省略したり。）

植 物	實驗に用ひたる水	葉の面積 100 cm ² に對する價		組織の乾量 1 瓦に對する價		組織の粉末容積 1 cc に對する價	
		相對吸水量	相對蒸散量	相對吸水量	相對蒸散量	相對吸水量	相對蒸散量
ホソバナ ハマアカザ	淡 水	36.7	27.1	21.9	19.4	22.5	23.9
	海 水	32.0	23.6	25.3	22.9	24.3	19.0
ハマシオン	淡 水	26.0	25.3	32.7	33.0	18.7	18.7
	海 水	17.3	14.7	35.3	43.7	27.7	34.7
センダングサ	淡 水	29.3	26.7	6.0	6.3	6.0	6.0
	海 水	33.3	26.0	39.7	34.7	18.0	13.0
ケイトウ	淡 水	27.3	28.7	19.7	22.0	23.7	22.0
	海 水	20.7	21.0	25.7	27.0	21.0	22.0
アヲベンケイサウ	淡 水	42.0	27.0	54.0	41.0	53.0	39.0
	海 水	20.0	41.5	3.0	20.5	11.0	21.5
平 均	淡 水	32.2	26.9	26.8	24.3	24.6	21.9
	海 水	24.7	25.4	24.0	29.8	20.4	22.0

依つて起る由來を考ふるに葉の面積による方法にありては主に葉以外の蒸散面を無視する事による誤差及び面積測定上の誤差に由來し、組織乾燥重量による方法にありては主に植物體物質の比重及び其の充實度に由來し、組織粉末法に由る場合にありては主として粉末製作及び其の容積測定の際に於ける實驗上の誤差に由來すべし。従つて本實驗の場合の如く異なる性質の植物相互の間の比較を目的とする場合にありては材料の性質より來る誤差大なることを豫期せざるべからず、殊に材料植物はいづれも草本にして葉以外の蒸散面大なるべければ之れを無視する事によりて起る誤差は甚だ大なるべきを以て此點に於ても既に葉の面積による方法の缺點あることを知るべし。若し植物體全體の蒸散及び吸水面積を正確に測定し得て之れを基礎として計算したるものならば蓋し理想的なりと云ふべきも（7, 22, 23, 24）、それは實行困難にして問題とならず。次に植物體組織の乾燥重量による方法は斯くの如き誤差は之れを避け得るとするも、材料の異なるに従ひ物質重量による差異は之れを豫期せざるべから

ず (9, 10)。しかるに植物體全組織の粉末容積による方法は前記 2 種の方法より來る誤差は之れを除去し得るを以て、測定上の誤差少きを期し得たらんには最も信頼すべき結果を期待し得べし (9, 10)，然れども操作より來る誤差少なからざることを豫期せざるべからざるが故に此の場合乾燥重量法による値と粉末容積法による値との二方法による優劣を決定すること困難なるを以て、兩方法を併せ行ひ兩者によりて考察することゝしたり。然して實驗の結果を見るに略同様の傾向を示したるが、本研究材料の如く普通の多肉植物及び鹽生植物等の如く性質を異にする事大なるに拘はらずいづれの方法によるも略相等しき傾向を示す結果を得たることは甚だ注目すべきことと云ふべし。

a. 淡水による實驗

本實驗は海水に裝置せるものと共に數回行ひいづれも相似たる結果を得たるが、今其の 2 例に就きてその結果を見るに第 4 表實驗例第 1 によればホソバノハマアカザ、ハマシオン、センダングサ及びケイトウを比較したるものなるが葉の面積による値によりて表示さるる場合にては然らざるも相對吸水量及び相對蒸散量の何れも之れを植物組織の乾燥重量及び植物組織の粉末容積に對する値によりて示さるゝ場合には兩者は同一の傾向を示し、其値の大小の順位によりて配列すれば中性植物なるケイトウ、センダングサ、鹽生植物なるハマシオン、ホソバノハマアカザの順位を示したるが、尙相對吸水量と相對蒸散量の和に就きて見るも同じく中性植物に大にして鹽生植物に小なるを見たり。然るに相對吸水量及び相對蒸散量の値を其の和の百分率によりて示す時は吸水量を示す百分率と蒸散量を示す百分率とは互に逆の傾向を示し、前者にありては鹽生植物に大にして中性植物に小、後者にありては鹽生植物に小にして中性植物に大なるを見る、即ち鹽生植物にては割合に吸水量多く中性植物にては割合に蒸散量多きを示す。然して今此の兩者の百分率の差を算出する時は其値は鹽生植物に於て甚だ大にして中性植物に甚だ小なり、而も其差異が甚だ明瞭に現はさるゝを見る。之れと同様の傾向を示す數値は單に相對吸水量と相對蒸散量との比 $\left(\frac{A}{T}\right)$ を算出する事によりても得らるべし。即ち此の比によりて植物の順位を示せばホソバノハマアカザ、ハマシオン、センダングサ、ケイトウの順位を示したり。而してこゝに注目すべきは相對吸水量、相對蒸散量又は其の和によらずして其の比又は其の兩者の和に對する各の百分率又は其百分率の差による時は葉の單位面積を基礎として算出するも尙單位乾量又は單位粉末容積によりて得たるものと同様の傾向を示す數値を得る事なり。

實驗例第 2 に於ては多肉鹽生植物なるホソバノハマアカザ、ハマシオンと普通の多肉植物なるアヲベンケイサウとを對照したるが、多肉鹽生植物なるホソバノハマアカザ及びハマシ

第 4 表

異なる生態を有する異なる種類の植物間に於ける水分經濟の比較實驗例

實 驗 例 第 一

實驗に 用ひた る水	植 物	組織粉末容積 1 cc に對する値							組織乾量 1 瓦に對する値							葉の面積 100 cm ² に對する値						
		A	T	A+T	$\frac{A}{A+T}\%$	$\frac{T}{A+T}\%$	$\frac{A-T}{A+T}\%$	$\frac{A}{T}$	A	T	A+T	$\frac{A}{A+T}\%$	$\frac{T}{A+T}\%$	$\frac{A-T}{A+T}\%$	$\frac{A}{T}$	A	T	A+T	$\frac{A}{A+T}\%$	$\frac{T}{A+T}\%$	$\frac{A-T}{A+T}\%$	$\frac{A}{T}$
淡水	ホソバノハマアカザ	523	189	712	73.46	26.54	46.92	2.77	798	283	1081	73.82	26.18	47.64	2.82	514	183	697	73.74	26.26	47.48	2.81
	ハマシオン	748	418	1166	64.15	35.85	28.30	1.79	1468	817	2285	64.25	35.75	28.50	1.80	689	383	1072	64.27	35.73	28.52	1.80
	センダングサ	908	783	1696	53.70	46.30	7.40	1.16	1420	1233	2653	53.52	46.48	7.04	1.15	346	304	650	53.23	46.77	6.46	1.14
	ケイトウ	2346	2231	4577	51.26	48.74	2.52	1.05	4888	4646	9534	51.27	48.73	2.54	1.05	665	631	1296	51.31	48.69	2.62	1.05
海水	ホソバノハマアカザ	275	165	440	62.50	37.50	25.00	1.67	443	268	711	62.31	37.69	24.62	1.65	435	268	703	61.88	38.12	23.76	1.62
	ハマシオン	468	347	815	57.42	42.58	14.84	1.35	729	539	1268	57.49	42.51	14.98	1.35	418	306	724	57.73	42.27	15.47	1.37
	センダングサ	441	385	826	53.39	46.61	6.78	1.15	697	612	1309	53.25	46.75	6.50	1.14	270	237	507	53.25	46.75	6.50	1.14
	ケイトウ	735	769	1504	48.87	51.13	-2.26	0.96	865	904	1769	48.90	51.10	-2.20	0.96	215	227	442	48.64	51.36	-2.72	0.95

實 驗 例 第 二

淡水	ホソバノハマアカザ	772	285	1057	73.04	26.96	46.08	2.71	982	354	1336	73.50	26.50	47.00	2.77	1100	409	1509	72.90	27.10	45.80	2.69
	ハマシオン	430	273	703	61.17	38.83	22.34	1.58	747	473	1220	61.23	38.77	22.41	1.58	1167	740	1907	61.20	38.80	22.40	1.58
	アヲベンケイサウ	219	219	438	50.00	50.00	0.00	1.00	370	387	757	48.88	51.12	-2.24	0.96	335	329	667	50.45	49.55	0.90	1.02
海水	ホソバノハマアカザ	452	130	582	77.66	22.34	55.32	3.48	537	157	694	77.38	22.62	54.76	3.42	757	214	971	77.96	22.04	55.92	3.54
	ハマシオン	339	242	582	58.25	41.75	16.50	1.40	385	279	664	57.98	42.02	15.96	1.38	610	436	1049	58.15	41.85	16.30	1.39
	アヲベンケイサウ	95	40	135	70.37	29.63	40.74	2.38	179	70	249	71.89	28.11	73.78	2.56	162	63	225	72.00	28.00	44.00	2.57

付 内 容 : 植物と外界との關係の數量的方法による研究

オンに比して普通の多肉植物なるアラベンケイサウは外形上甚だ相似たるにかゝらずその生理的性質は全く別箇のものなることを示せるは他の學者の研究したる結果 (14, 22, 23, 24) と一致したり。即ちアラベンケイサウは他の二種の多肉鹽生植物に比して相對吸水量及び相對蒸散量各々の値及び兩者の和、並びに相對吸水量及び相對蒸散量の和に對する各々の百分率間の差及び相對吸水量と相對蒸散量との比に就きてはいづれも甚だ小なる値を示したり。而してアラベンケイサウの相對吸水量及び相對蒸散量は何れも鹽生植物に比して小にして此の點に於て中性植物に比して甚だしく性質の異なることを示すに反し、兩作用の値の比に於ては寧ろ中性植物に類することは注目すべきことにして、これは普通の多肉植物の淡水に對する水分與奪關係は一定の平衡狀態に在ること中性植物に等しきことを示すに足るが如し。

而して著者の行ひたる全實驗の結果より各々の植物に對する平均結果によりて見るに (第 5 表), 相對吸水量及び相對蒸散量の各々の値及び兩者の和に就きてはケイトウ, センダングサ, ハマシオン, ホソバノハマアカザ, アラベンケイサウの順位にあるも、今これを兩作用の相對量の和に對する百分率の値の差及兩作用の相對量の比に就きて見るときはその順位はホソバノハマアカザ, ハマシオン, センダングサ, ケイトウ, アラベンケイサウの順位を示しホソバノハマアカザ, ハマシオンの如き鹽生植物とアラベンケイサウの如き普通の多肉植物との間隔の甚だ大なることを示す。

b. 海水による實驗

實驗例第 1 (第 4 表) に於けるホソバノハマアカザ, ハマシオン, センダングサ及びケイトウの比較試驗によれば海水に裝置されたる植物の示す水分經濟に關する傾向は相對吸水量及び相對蒸散量並びに兩者の和に就きては殆んど淡水の場合と同一なれども唯中性植物なるケイトウに於ては相對吸水量は相對蒸散量よりも小なり、從つて兩作用の相對量の和に對する各々の百分率の差は負數となり兩作用の相對量の比は 1 以下となる。

實驗例第 2 (第 4 表) に於けるホソバノハマアカザ, ハマシオン, アラベンケイサウの比較試驗によれば前同様相對吸水量及び相對蒸散量並びに兩者の和に於ては淡水の場合と同様な傾向を示せども、相對吸水量及び相對蒸散量の和に對する各々の百分率の差及び兩相對量の比に於てはアラベンケイサウに於てかへつてハマシオンより大なるを見たり、これは相對蒸散量が相對吸水量に比して著しく小なるに由來する結果にして普通多肉植物の有する特異なる反應として注目すべきものならんか。

これを著者の行ひたる全實驗の結果より各々の植物に對する平均値を算出して得たる結果によりて見るに (第 5 表), 相對吸水量及び相對蒸散量の各々の値並びに兩者の和に於ては

第 5 表

異なる生態を有する異なる種類の植物間に於ける吸水及び蒸散兩作用及び其相互關係の比較

實驗に 用いた る水	植 物	組織粉末容積 1 cc に對する値								組織乾量 1 瓦に對する値								葉の面積 100 cm ² に對する値							
		A	T	A+T	$\frac{A}{A+T}\%$	$\frac{T}{A+T}\%$	$\frac{A-T}{A+T}\%$	$\frac{A}{T}$	A	T	A+T	$\frac{A}{A+T}\%$	$\frac{T}{A+T}\%$	$\frac{A-T}{A+T}\%$	$\frac{A}{T}$	A	T	A+T	$\frac{A}{A+T}\%$	$\frac{T}{A+T}\%$	$\frac{A-T}{A+T}\%$	$\frac{A}{T}$			
淡 水	ホソバノハマアカザ	583	303	886	65.80	34.20	31.60	1.92	713	363	1076	66.26	33.74	32.52	1.96	666	329	995	66.93	33.07	33.90	2.02			
	ハマシオン	595	326	921	64.60	35.40	29.20	1.83	983	547	1530	64.25	35.75	28.50	1.80	1130	618	1748	64.65	35.35	29.30	1.83			
	センダンアサ	957	856	1313	52.79	47.21	5.58	1.12	1516	1360	2376	52.71	47.29	5.42	1.11	541	485	1026	52.73	47.27	5.44	1.12			
	ケイトウ	2404	2289	4693	51.23	48.77	2.46	1.05	5702	5473	11175	51.02	48.98	2.04	1.04	897	848	1745	51.40	48.60	2.80	1.06			
	アラベンケイサウ	143	158	301	47.51	52.49	-4.98	0.91	241	275	516	46.71	53.29	-6.58	0.88	236	259	495	47.68	52.32	-4.64	0.91			
海 水	ホソバノハマアカザ	310	153	463	66.95	33.05	33.91	2.03	397	204	601	66.06	33.94	32.12	1.95	460	227	687	66.96	33.04	33.92	2.03			
	ハマシオン	342	234	576	59.38	40.62	18.76	1.46	476	325	801	59.43	40.57	18.86	1.46	567	360	927	61.17	38.83	22.34	1.58			
	センダンアサ	535	481	1016	52.66	47.34	5.32	1.11	1084	1003	2087	51.94	48.06	3.88	1.08	430	386	816	50.70	49.30	1.40	1.11			
	ケイトウ	786	837	1623	48.43	51.57	-3.14	0.94	1417	1518	2935	48.28	51.72	-3.44	0.93	310	331	641	48.36	51.64	-3.18	0.94			
	アラベンケイサウ	107	59	166	64.46	35.54	28.92	1.81	174	89	263	66.16	33.84	32.32	1.96	203	108	311	65.27	34.73	30.54	1.88			

竹 内 亮：植物と外界との關係の數量的方法による研究

淡水の場合に比して甚しく數値の小なるを見れどもその値の大小の順序の傾向は淡水の場合と同様にして、前記普通の多肉植物と多肉鹽生植物との間の差異は甚だ明瞭なるを見る。然してケイトウに於て相對吸水量の甚しき減少を示し、アラベンケイサウに於て相對蒸散量の著しき減少を見たる結果吸水、蒸散兩作用の相對量の比又は其の和に對する各の百分率間の差に於ける數値はその順位變化するを見たるが、海水の中性植物及び普通の多肉植物に對する反應が鹽生植物と甚だ異なるものあることを示すに足るべし。實驗中に於て觀察したるところによれば海水に裝置したる植物は多肉鹽生植物及び普通の多肉植物が外觀上淡水に裝置したる場合と異なる處なしと雖も、中性植物なるセンダングサは裝置後軽く凋萎し間もなく回復して實驗の終りに於て若き葉の先端部に變色せる部分を残すに止まれども、ケイトウにありては最初著しく膨壓を失ひ全く凋萎したるまゝ數時間を経過し、後漸次回復すれども猶下部の葉は全く活力を失ふを見たるはケイトウに於て相對吸水量が著しく減退せる一原因なると共に中性植物の一性質を示すものと云ふべし。

4. 考 察

以上の結果によりて見るに可成明瞭に生態を異にせる數種の植物間に於てはその根を有するものを採集後直ちに potometer に裝置して後約 4 時間より最初の 24 時間に於て相對吸水量及び相對蒸散量並びに其の和に於て甚だ明瞭なる差異ありて淡水、海水いづれに裝置したる場合にても中性植物に大にして多肉鹽生植物之れに次ぎ、普通の多肉植物に甚だ小なるを見る。しかも多肉鹽生植物と普通の多肉植物とが外觀的に相似たるにかかはらず吸水及び蒸散の數量的關係に於て甚だ大なる間隔あることは注目すべきことにして、これは淡水に於ける場合の相對吸水量及び相對蒸散量の相互の比に於て一層明瞭なるを見るべし。即ち淡水の場合に於て組織の單位粉末容積による値を以て示せば、多肉鹽生植物の ホソバノハマアカザ 1,92 ハマシオン 1,83 なるに中性植物なるセンダングサ 1,12, ケイトウ 1,05 にして、普通の多肉植物なるアラベンケイサウにては 0,91 を示せり。これは前記の如く多肉鹽生植物と普通の多肉植物とが共に相對吸水量及び相對蒸散量並びに兩者の和に於て低き値を示すにかゝはらず、その間の間隔の著しく大なることを一層明かにし、兩者の生態的意義の甚だ異なることを示すものにして他の學者の研究したる結果と一致するところなり。しかも此相對吸量及び相對蒸散量相互の比或は兩者の和に對する各々の百分率間の差によれば多肉鹽生植物と普通の多肉植物とは中性植物群を中間にしてその兩端に對立することを見たることは前研究者の多くが主として蒸散量の値にのみ依りたる結果を一層明かに示し得たるものと云ふべし。

然れ共海水に於ける相對吸水量及び相對蒸散量の兩者の比並びに兩者の和に對する各々の百分率間の差によればケイトウとアヲベンケイサウに於ては其趣を異にし中性植物なるケイトウに甚だ小にして普通の多肉植物なるアヲベンケイサウにかへつて比較的大なりしことはケイトウに於ける吸水量の減少とアヲベンケイサウに於ける蒸散量の減退とに由來するものにして、こは兩者の先天的生理的特質の差異によるものなるべし。然してアヲベンケイサウは特に相對蒸散量の減退著しきことは多肉鹽生植物と中性植物とが相對吸水量及び相對蒸散量の兩者とも一樣に減少せるに比して其の趣を異にせるが、こは一方鹽生植物は中性植物と稍相似たる作用を示すものと解せらるべく、STOCKER 氏 (23, 24) が多肉鹽生植物は水分經濟に於てむしろ中性乃至濕地性植物に近き性質を有すると稱せることを表書するものゝ如し。

これを要するに著者の用ひたる實驗裝置及び方法によれば異なる生態を有する異なる植物間に於ける水分經濟の差異は可なり明瞭に知り得るものゝ如く、この裝置及び方法が植物生態學上有效に使用し得べき可能性を認め得たるが、しかも前記の如く植物の吸水量及び蒸散量の比又はその兩者の和に對する各々の百分率間の差の示す値は單に測定實數のみによりて直接にもそれと同様の傾向ある値を算出し得るものなるが、こは atomometer の如き實驗上の附加裝置を省略することを得ることに於て甚だ意義あるものと云はさるべがらず。換言せば少くとも本實驗を行ひたるが如き室内の狀態に於ては實驗時に於ける空氣の溫度、濕度等の影響を顧慮すること比較的少なくして與へられたる時間の蒸散量及び吸水量の實數の相互間に於ける關係の考察によりて目的を達し得べきなり。無論本研究法は atomometer に影響する如き環境の條件は蒸散及び吸水兩作用に同意義に働くものとの推定の下に行はるゝものなる事は言を俟たず。然して本研究法の如何なる程度に迄効力を表はすかに就きては更に研究を繼續して他日詳細なる考察をなさんと欲す。

5. 摘 要

1. 植物の根の吸水作用及び莖葉部の蒸散作用の量的相互關係の研究により種々の植物の有する生態的差異を數量的に明かにせんとして本研究を試みたり。
2. 此の目的のために PFEFFER 氏の potometer に準じたる小なる potometer を使用し、秤量によりて蒸散量を、容量によりて吸水量を測定したり。
3. 植物は注意して根を有するまゝ採集し、なるべく速かに potometer に裝置し實驗室内に約 4 時間放置し、室内の狀態に馴れしめたる後實驗に着手したり。
4. 豫備實驗に於ては 5 通りの生育狀態を異にせるホソバナハマアカザに就きて實驗開始

後 3 日間に亘り 1 日毎に測定したるが、第 1 日目に於ける數値に於て生態的意義の特に明かなるを認めたるを以て本實驗に於ては生態を異にする異なる種類の植物即ち多肉鹽生植物なるホソバノハマアカザ及びハマシオン、普通の多肉植物なるアヲベンケイサウ及び中性植物なるセンダングサ及びケイトウに就きて實驗開始後第 1 日間の測定結果によりて計算比較したり。然して實驗毎に同一種類に就き淡水に裝置せるものと海水に裝置せるものとを對照試驗したり。

5. 測定によりて得たる數値は葉の單位面積、植物組織の單位乾燥重量及び植物組織の單位粉末容積に對する値に換算し、更にその値を atomometer の蒸發量に對比して之れを相對吸水量及び相對蒸散量と稱し以て兩作用の程度を比較するを得せしめ、更に其の和、其の和に對する各々の百分率間の差及び兩者の比を算出したるが、その結果は單位乾量及び單位粉末容積による値に於て理論上良好なる結果を表示することを認めたるを以て、主としてその數値によりて比較考察したり。

6. 主として淡水に裝置したる植物の實驗結果によれば相對吸水量及び相對蒸散量の各々及び兩者の和に就きては中性植物に大にして、多肉鹽生植物之れに次ぎ、普通の多肉植物に甚だ小なる値を示したるが、兩作用の量の比に於ては多肉鹽生植物に大にして、普通の多肉植物に最も小にして、中性植物はその中間に來り、各異なる生態を甚だ明瞭に表示したり。

7. 海水の場合に於ては多肉鹽生植物及び中性植物が兩作用とも淡水の場合に比して何れも著しく減少したるに反し、普通の多肉植物なるアヲベンケイサウにては淡水の場合に比し蒸散量が特に甚しき減少を來したる結果兩作用の比に於て著しき變化を示したり。こは又重要な生態的意義を暗示するものと云ふべし。

8. 之れを要するに著者の採りたる實驗方法によりて植物の蒸散及び吸水の相互關係を考察することによりて植物の生態的關係の差異を數量的に表示する上に可成信賴するに足る結果を得るものゝ如し。然して此方法による時は蒸散又は吸水作用を各單獨に考察する場合に比して外界の影響を顧慮するを要する事割合に少なく、少くとも著者が用ひたる如き溫度其他の室内條件の變化少なき場合に於ては atomometer に對する相對値を算出すること無しに實驗考察を行ひ得る便利をも伴ふ。

(1927 年 2 月 九州帝國大學植物學教室に於て)

文 献

1. BAKKE, A.L., Studies on the transpiring power of plants as indicate by the methode of standardized hygrometric paper. Journ. of Ecolog. 2. 145. 1914.
2. BURGERSTEIN, A., Die Transpiration der Pflanzen. 1,2,3, Jena. 1904, 1920, 1925.
3. Delf, E.M., Transpiration and behaviour of stomata in halophytes. Ann. of Bot. 25 : 485. 1911.
4. ———, Transpiration in succulent plants. Ann. of Bot. 26 : 409. 1912.
5. FITTING, H., Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Bot. Centrbl. 117. 1911 (Zschr. f. Bot. 3 : 210. 1911).
6. HARTER, L.L., The influence of a mixture of soluble salts, principally sodium chlorid upon the leaf structure and transpiration of Wheat, Oats and Barlay. Bot. Centrbl. 110 (U.S. Dept. of Agricult. Bur. of Pl.-Indust. Bull. 134. Wash. 1908).
7. HUBER, BRUNO., Die Beurteilung des Wasserhaushaltes der Pflanze. Ein Beitrage zur vergleichenden Phystologie. Jahrb. f. wiss. Bot. 64 : 1. 1915.
8. KAMERLING, Z., Welche Pflanzen sollen wir Xerophyten nennen? Flora. 106 : 433. 1914.
9. KÔKETSU, R., Ueder den Gehalt an Trockensubstanz und Asche in einem Bestimmten Volumen Gewebepulver als Indizium fur den Gehalt des Pflanzenkerpers an demselben Konstituenten. Journ. of Dep. of Agrikult. Kyushu Imp. Univ. 1 : 151. 1924.
10. ———, Ueber die Brauchbar und Zweckmessigkeit der "Pulvermethode" für die Bestimmung des Wassergehaltes im Pflanzenkörper. Bot. Mag. Tokyo. 39 : 169. 1925.
11. LIVINGSTON, B.E., Atomometry and porous-cup atomometer. Pl. Wd. 18 : 21-30, 51-74, 95-111, 143-149. 1915.
12. ———, Spherical porous cup atomometry. Carnegie Inst. Wash. Year[Book. 13 : 84. 1915.
13. ———, and Hawkins, L.A., The water-relation between plant and soil. Carnegie Inst. Wash. Publ. 204. 1915.
14. MACDOUGAL, D.T., RICHARDS, H.M. and SPAHR, H.A., Basis of succulence in plants. Bot Gaz. 67 : 405. 1919.
15. MAXIMOW, N.A., Physiologysche-ökologische Untersuchungen über die Dürresistenz des Xerophyten. Jahrb. f. wiss. Bot. 62 : 128. 1923.
16. MONTFORT, C., Die aktive Wurzelsaugung aus Hochmoorwasser im Laboratorium und am Standort und die Frage einer Giftwirkung. Jahrb. f. wiss. Bot. 60 : 184. 1921.
17. ———, Die Wasserbilanz in Nährlösung, Salzlösung und Hochmoorwasser. Zschr. f. Bot. 14 : 97-172. 1922.
18. PFEFFER, W., The physiology of plants. Engl. edit., transl. by J.E. Alfred. [1. : 232. Oxford. 1899.
19. SCHIMPER, A.F.W., Plant-Geography upon a physiological basis. Engl. edit., transl. by W.R. Fisher. Oxford. 1903.
20. SEIFRIZ, W., Reaction of protoplasm to salts and antagonistic action of salts and alcohol. Bot. Gaz. 76 : 389. 1923.
21. SHREVE, E., An investigation of the sotomatic movements in succulent plants. Bot.

- Centrb. 132 : 237. 1916 (Pl. Wd. 18 : 297 ; 331. 1915).
22. STOCKER, O., Die Transpiration und Wasserökologie nordwestdeutscher Heide und Moorpflanzen am Standort. Zschr. f. Bot. 15 : 1. 1923.
23. ———, Beiträge zum Halophytenproblem 1. Strand und Dünen Pflanzen. ibid. 16 : 289. 1924.
24. ———, Beiträge zum Halophytenproblem 1. Standort und Transpiration der Nordsee-Halophyten. ibid. 17 : 1. 1925.
25. 鈴木限三 (SUZUKI, G.), 海濱植物の侵透壓の變化, Bot. Mag. Tokyo. 31 : 153. 1917.
26. WARMING, E. und GRAEBNER, P., Eng. Warming's Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin. 1918.

INVESTIGATIONS ON THE RELATION BETWEEN PLANTS
AND THEIR SURROUNDING CONDITIONS BY THE
QUANTITATIVE METHOD. II. ON THE ECOLOGICAL
VALUE OF THE RESULTS OF STUDYING THE
INTERRELATION BETWEEN WATER-
ABSORPTION AND TRANSPIRATION
OF PLANTS¹

Makoto TAKENOUCHI

The interrelation between water-absorption of roots and transpiration of shoots was studied upon a few plants of different ecological types, *Atriplex littoralis* var. *serrata*, *Aster Tripolium* var. *integerifolium*, *Celosia cristata*, *Bidens bipinnata* and. *Sedum virede*.

Little potometers designed after PFEFFER'S were used for the experiments, which were performed in every case with well-water and sea-water, side by side, in a chamber having little variation of temperature. The readings of the results were made once a day. Each found value was converted into the relative value for the unit volume of tissuepowder, the unit dry-weight of plants and the unit leaf-surface, and then into the value relative to the evaporation value of the spherical atomometer. Thus the calculated values were treated as the value for consideration under the names of "relative absorptium" and "relative transpiration."

1) Contributions from the Botanical Laboratory, Kyushu Imperial Universty No.15.

The values in question for the first 24 hours only are discussed in this paper, because these values seemed to be more fitted for our purpose than the values for the later hours.

Thus the following points were derived as the principal results.

1. Both values of relative absorption and transpiration, and the sum of these two were largest in the mesophytes, smaller in the halophytes and smallest in the ordinary succulent plant (*Sedum*) in both media. It was remarkable that the behaviour of the halophytes was very different from that of the ordinary succulent plant.

2. The ratio of the value for relative absorption to that for relative transpiration is largest in the halophytes and smallest in the ordinary succulent plant (*Sedum*), when the experiment was made with well-water.

- 3 But when sea-water was used, this ratio was larger in the case of the ordinary succulent plant (*Sedum*) than in that of the mesophytes, though the ratio was again largest in the case of the halophytes.

4. Therefore we may say at least that results having an ecological value can be derived from the study of the interrelation between water absorption and transpiration.
