

稲の蒸騰作用と通導組織発達との関係

安凧, 貞雄
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20713>

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 1 (1), pp.1-19, 1924-12. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利関係：

原 著

稻の蒸騰作用と通導組織發達との關係¹⁾

安 田 貞 雄

(大正十三年五月十日受領)

I. 緒 言

通導組織の發達と蒸騰量との間に密接なる關係あるは、既に諸學者によつて研究證明せられたる事實にして、例へば WESTERMAIER 及 AMBROM 兩氏 (27) は蔓生植物に於て通導組織の發達せるは給水すべき面積の長大なる事が其一つの原因なりとし、HABERLANDT 氏 (11) は通導組織の發達は要求の減少及増加に鋭敏に影響せらる、若き枝の中にある導管が老いたるもの夫れよりも小なるは水を送るべき距離の小なるによるべし、同屬の植物に於ても蔓生なる *Galum aparine* の導管の切口面積は蔓生ならざる *G. verum* の 6 倍なり、又同様の差異は同一植物の異なる器關に於ても見らるゝ所にして *Vitis vinifera* の卷鬚と葉を有する枝との通導組織を比較する場合に前者の方は導管の數及切口の面積甚だ小なりと述べたり。JACCARD 氏 (15) (16) は松の莖幹は水の通路なりと考ふる事によつて其形を満足に説明する事を得、種々の高さに於て年輪が種々の廣さを有するは直接水を運ぶべき面積に大體比例するものとせり。RÜBEL 氏 (23) は *Helianthus* に於て葉の面積とこれに至る導管の切斷面積との間には密接なる關係あり、然れども此植物に於ては JACCARD 氏が樹木に就て研究せるが如く簡單ならず、天候の變化によりて影響せらるゝ事大にして、例へば下の方の葉は春急に成長せしを以て夏強き太陽の光線の下に生じたる上の方の葉よりも水を失ふ事急なり、又其植物が栽培せられたる環境によつて差異ある事明にして、葉面積を 1 dm² 増加する事により導管切口面積の増加する事正常のものは 0.21 mm²、日蔭のものは 0.1 mm²、暗所のものは 0.07 mm² の割合なりと云へり。斯くの如く蒸騰作用と通導組織の發達との關係は可なり詳細に研究され居ると雖も研究の多くは木本又は比較的早く木化する陸生植物を以てせり、従つて水に關係深き草本にして本邦主要作物なる稻について此關係を研究するは植物學上にも又農業上にも意味ある事なるべし。

1) 九州帝國大學植物學教室業績第貳號。

本研究は九州帝國大學在學中安藤教授の勸誘に基き額顯教授指導の下に植物學教室及び作物學教室に於て行ひたるものなり。茲に研究の遂行中懇篤なる指導並に有益なる助言を賜りたる同教授等及び加藤教授に深厚なる謝意を表す。

II. 研究材料及び研究法

研究材料は稻の數品種にしてポット（ツグネル氏²萬分の1反歩）に植ゑ或は水耕し特に必要なる環境の下に栽培せるものを用ひ、品種間の比較を行ふ場合のみ九大農學部農場の水田及び畑に栽培せるものを用ひたり。

蒸騰量の測定は試験管に材料を挿し管口はゴム膜²⁾を張りゴム膜と材料との接する部分は少量の綿を巻きて空氣の流入を助け以て管の内外に於ける氣壓の差異を生ずる事を防ぎたり、綿の目を通して失はるゝ水蒸氣は蒸騰量の大なるに比して僅少なるべければ之れを無視する事とし蒸騰量は天秤にて一定時毎に減額する重量を測定せり。尙ほ他の方法としてU字形のガラス管の一方の口に材料を挿し前記同様ゴム膜及び少量の綿を以て液面の蒸發を防ぎ管の他端にはビュレットを取り付け可驗品より吸上げらるる水量をこれより補給する事によつて測定し之を以て蒸騰量とせり、然れども此方法による時は溫度による水の容積變化に由來する誤差少なからざるの恐れあるを以て成るべく之を避けたり。何れの方法によるも管内には井水を充し只特別の場合に於てのみ人工養液を用ひたり。葉のみを觀測材料とせる場合には一々水中にて切斷し以て導管内に空氣の浸入する事を防ぐは勿論、葉鞘の長さ及び管内の水高は各同様とし水壓による誤差を除き空中には常に葉片のみを露出し以て装置上の誤差の可及的少なからむを期し且つ蒸騰面積測定を容易にせり。尙ほ實驗は常に窓を閉し白色のカーテンを下し以て直射光線及び風の浸入を妨ぎたる室内に於てし實驗上の誤差を避けたり。

蒸騰量は葉の面積に支配せらるゝ事大にして（FREEMANN 氏（8）アルフェルファーにての研究参照）其絕對量を以て比較をなすの無意味なる事言を待たず、從つて測定せる結果は常に之れを單位時間に單位面積より蒸騰する水量に換算し之れを蒸騰相對量と名付け以て蒸騰量の比較を行へり。

葉の面積測定には成る可く厚さ一樣なる紙上に其形を寫し之れを切り抜きて重量を測定し其紙の單位面積の重量との比を以て示すの方法を採用せり。

2) 水面に油を浮べて蒸發を防止する方法をも試みたるも實驗の結果種々の油が何れも多少組織を害する虞あるを以て之れを中止せり。

通導組織の發達程度は試験材料の空中露出部の最下部即ち葉片と葉鞘との堺に於て觀察し、其横断面により先づ維管束の數を數へ次でカメラリングを以て導管部斷面を寫し葉の面積測定の場合と同様の方法を以て其面積を測定せり。而して維管束數及び導管部斷面積も蒸騰相對量と比較をなすの必要上葉の單位面積に對する比を算し之れを維管束相對數及び導管部相對面積と命名せり。

蒸騰量と通導組織との關係を知るため先づ蒸騰相對量と維管束相對數との關係及び前者と導管部相對面積との關係を検し、次で此關係に變異を生ずる原因を追究する目的を以て蒸騰量を測定せる材料は一々之れを解剖學的に調査せり。此場合葉の厚さ、表皮の厚さ、表皮細胞外側膜の厚さは葉の長さの 1/4, 2/4 及び 3/4 の 3ヶ所にて中筋と葉縁部との中間に於て、氣孔の長さ及其數は同所に於て中央部・縁に近き部分及び其中間部都合 9ヶ所に於て測定し其平均を取れり、而して尙機能上の影響を知らむがため他の材料を以て細胞液の濃度・氣孔の機能及び乾燥速度の遲速をも比較せり。

III. 蒸騰量と維管束の導管部斷面積及び數との關係

1. 同一品種と同様の條件の下に培養せる場合

同一のポットに於て畑狀に作りたる陸稻戰捷一號の年齢元氣成るべく相等しき葉を取り各區 1葉づつ 8月中旬 2回 (Tab. 1, 1) 8月下旬 3回づつ 2度 (Tab. 1, 2, 3) 即ち前後 3度實驗を行ひ其都度平均結果を考査せり、而して蒸騰相對量を維管束相對數にて除したるものを數蒸騰係數となし、蒸騰相對量を導管部相對面積で除したるものを面積蒸騰係數と名付け其各の比及び其誤差を算出したるに其結果面積蒸騰係數は一實驗毎に常に大體相等しく從つて其比は 1 に近く誤差 0.03 を超ゆる事なかりき。然るに數蒸騰係數に於ては誤差相當に大にして 0.14 に及べり (Tab. 1. 參照)。

Tab. 1.

材料番號	葉面積 (f)	1 時間の平均蒸騰量 (t)	維管束數 (z)	導管部斷面積 (g)	蒸騰相對量 $(T = \frac{t}{f})$	維管束相對數 $(Z = \frac{z}{f})$	導管部相對面積 $(G = \frac{g}{f})$	數蒸騰係數 $(\frac{T}{Z})$	其比*	誤差	面積蒸騰係數 $(\frac{T}{G})$	其比*	誤差
1. A	s. c. 51.4	mg 85.5	55	S. μ. 191.7	1.66	1.07	3.73	1.55	1.05	+0.05	0.45	1.02	+0.02
B	52.1	82.0	54	185.2	1.57	1.04	3.55	1.51	1.02	+0.02	0.44	1.00	0.00
C	48.3	75.3	48	169.9	1.52	0.99	3.52	1.54	1.05	+0.05	0.43	0.98	-0.02
D	41.8	67.0	44	153.0	1.60	1.05	3.66	1.52	1.03	+0.03	0.43	0.98	-0.02
E	40.3	62.0	49	136.6	1.54	1.22	3.39	1.23	0.86	-0.14	0.45	1.02	+0.02

(Tab. 1. 續)

材料 番號	葉面積 (f)	一時間 の平均 蒸騰量 (t)	維管 束數 (z)	導管部 斷面積 (g)	蒸騰相 對量 ($T = \frac{t}{f}$)	維管束 相對數 ($Z = \frac{z}{f}$)	導管部 相對面積 ($G = \frac{g}{f}$)	數蒸 騰係數 ($\frac{T}{Z}$)	其比*	誤差	面積蒸 騰係數 ($\frac{T}{G}$)	其比*	誤差	
2	A	s. o. 40.8	mg 115.6	43	s. μ. 161.2	2.83	1.05	3.95	2.70	1.13	+0.13	0.72	0.99	-0.01
	B	31.2	95.3	41	135.1	3.05	1.31	4.33	2.33	0.98	-0.02	0.70	0.98	-0.02
	C	30.8	95.0	40	130.6	3.03	1.30	4.24	2.37	1.00	0.00	0.73	1.01	+0.01
	D**	28.7	79.7	35	80.8	2.78	1.22	2.82	2.28	(0.96)	(-0.04)	0.99	(1.37)	(+0.37)
	E	30.9	76.3	36	101.9	2.47	1.17	3.30	2.11	0.89	-0.11	0.75	1.03	+0.03
3.	A	37.0	67.7	59	127.2	1.83	1.59	3.44	1.15	1.01	+0.01	0.53	1.00	0.00
	B	35.6	64.9	57	118.8	1.82	1.60	3.34	1.14	1.00	0.00	0.54	1.02	+0.02
	C	29.6	58.2	50	113.4	1.97	1.69	3.83	1.17	1.02	+0.02	0.51	0.97	-0.03
	D	36.0	56.6	51	104.1	1.57	1.42	2.89	1.11	0.97	-0.03	0.54	1.01	+0.01
	E**	32.8	59.3	50	87.4	1.81	1.52	2.66	1.19	(1.04)	(+0.04)	0.68	(1.28)	(+0.28)

* 比は各區の平均を單位とす。

** 材料不足のため若き材料混入し其爲めの誤差なるべき事解剖觀察より明となれり、故に單位算定には此ものを除けり。

同一意味の實驗を水田狀に作りたる水稻都について8月中旬2回 (Tab. 2, 1) 實驗を行ひ其平均結果を算出し次で8月下旬及9月上旬各1回 (Tab. 2, 2, 3) 實驗を行ひたるに此場合

Tab. 2.

材料 番號	數蒸騰 係數 (T/Z)	其比	誤差	面積蒸 騰係數 (T/G)	其比	誤差	
1.	A	1.03	1.26	+0.26	0.44	1.07	+0.07
	B	0.87	1.01	+0.01	0.42	1.02	+0.02
	C	0.85	0.99	-0.01	0.45	1.09	+0.09
	D	0.80	0.93	-0.07	0.38	0.92	-0.08
	E	0.69	0.80	-0.20	0.37	0.90	-0.10
2.	A	1.44	1.19	+0.19	0.63	1.01	+0.01
	B*	1.57	(1.28)	(+0.28)	0.84	(1.27)	(+0.27)
	C	1.22	0.99	-0.01	0.66	0.98	-0.02
	D	1.20	0.93	-0.02	0.71	1.04	+0.04
	E	1.05	0.86	-0.14	0.64	0.96	-0.04
3.	A	2.35	1.19	+0.19	1.54	1.02	+0.02
	B	2.01	1.02	+0.02	1.57	1.03	+0.03
	C	1.59	0.80	-0.20	1.45	0.96	-0.04

* 中筋に添ひて葉が縦に破れ居りたるための誤差なるべし、故に單位決定には加はらず。

も亦面積蒸騰係數は1實驗毎に大體相等しく其比の誤差は0.10以下なるに數蒸騰係數に於ては誤差最大0.26に及べり (Tab. 2.)。

以上の結果より見る時は蒸騰作用と通導組織の發達との間には密接なる關係ある事明にして其相關々係は蒸騰量相對量と維管束相對數との間に於ても相當に之を認め得る如しと雖も前者と導管部相對面積との間には更に一層密接なる關係あるを見る。即ち兩者は大體

數學的に正比例の關係が成立するもの如く従つて一定せる面積蒸騰係數あるを見る。故に T を蒸騰相對量とし G を導管部相對面積とし k を面積蒸騰係數とせば

$$T = kG$$

なる關係成立す。此場合 k は實驗の結果より算出せらるゝものにして例へば Tab. 1, 1 に於ける面積蒸騰係數の平均 0.44 は k に外ならず。今試に Tab. 1, 1 に於て $k=0.44$ としこれより上式に従ひ導管部相對面積より蒸騰相對量を算出する時は實測數と算出數との差甚だ少く僅に最大 0.05 mg に過ぎず (Tab. 3.)。

Tab. 3.

材 料 番 號	蒸騰相對量		誤 差
	實驗上の	計算上の	
A	1.66	1.64	+0.02
B	1.57	1.53	+0.01
C	1.52	1.55	-0.03
D	1.60	1.61	-0.01
E	1.54	1.49	+0.05

2. 同一品種を異なる條件の下に培養せる場合

同一植物に於ても培養せらるゝ條件の異なるに従つて蒸騰量に大なる差を生ずべきは從來の研究により明なるが (LIVINGSTON 及 JENSEN 兩氏 (20)) 以下稻に於て之が如何なる程度にあるかを見んとす。

a. 葉の上半を切斷し置きたる場合

此實驗はポットに栽培せるものに於て葉先が其下の葉の葉鞘より少しく表れたる時葉鞘内にて葉の上半を切斷し、これが成熟を待ちて其葉と同一年齡と思はるゝ正常葉と比較せるものなり。大正 11 年 8 月中旬水稻關取について 3 回 (Tab. 4, 1) 9 月上旬水稻晚白笹について

Tab. 4.

	材 料		數蒸騰* 係數 (t/z)	其 比	誤 差	面積蒸騰* 係數 (t/g)	其 比	誤 差
	品 種	條 件						
1.	關 取	正 常	0.92	1.16	+0.16	0.32	0.94	-0.08
		(10日前切)	0.66	0.84	-0.16	0.36	1.06	+0.08
2.	晚白笹	正 常	0.44	1.16	+0.16	0.33	1.14	+0.14
		(8日前切)	0.32	0.84	-0.16	0.25	0.86	-0.14
3.	都	正 常	4.09	1.04	+0.04	1.80	1.00	0.00
		(8日前切)	3.81	0.96	-0.04	1.77	1.00	0.00
4.	都	正 常	7.97	1.02	+0.02	4.32	1.05	+0.05
		(7日前切)	6.33	0.98	-0.02	3.90	0.95	-0.05

*脚註3 參照

3 回づつ 2 度 (Tab. 4, 2) 大正 12 年 8 月上旬水稻都について 2 回づつ 2 度 (Tab. 4, 3) 及び 8 月中旬同一品種にて 2 回 (Tab. 4, 4) 行へる實驗の平均結果によれば蒸騰量と導管部斷面積との間には正比例的關係あるを示し面積蒸騰係數³⁾は一實驗毎に大體相等しく其比の誤差は只 1 回 0.14 の場合あるも他は 0.08 以下なり。蒸騰量と維管束數との間にも相關々係あれども數蒸騰係數³⁾の比の誤差は一般に面積蒸騰係數の場合よりも大にして最大 0.16 に及びり。

b. 濃度を異にせる養液中にて培養せる場合

JOHNSON 氏 (17) は水耕せる植物を濃度を異にせる液體中に入れて試驗せる結果液體の濃度は吸水及び蒸騰に多大の關係を有する事を見たり。

濃度を異にせるノツベ氏養液即ち其規定液を 1/20 (0.075 %) 及び 1/2 (0.75 %) に稀釋したるものの中に培養せる水稻晚白笹及び八重葎に就て實驗を行ひたり。實驗の方法は大要前述の實驗の場合と同様なれども材料は根を有するまゝ之を用ひ空中に露出せしむべき葉 1 枚を残して他を切斷せり、試験管には井水を用ひずして夫々の培養液を充し外部は黒紙を被ひたり。培養は總て 6 月 8 日より初め晚白笹は 7 月下旬及び 8 八月下旬の 2 度 (Tab. 5, 1) 八重葎は 7 月下旬 (Tab. 5, 2) に於て實驗を行ひたる結果によれば面積蒸騰係數は實驗毎に大體相等しく其比の誤差 0.02 を超えず、即ち蒸騰相對量と導管部相對面積との間に正比例關係

Tab. 5.

	材 料		數蒸騰係數 (T/Z)	其 比	誤 差	面積蒸騰係數 (T/G)	其 比	誤 差
	品 種	養液濃度						
1.	晚白笹	1/20	1.70	1.10	+0.10	1.88	0.98	-0.02
		1/2	1.37	0.90	-0.10	1.95	1.02	+0.02
2.	八重葎	1/20	1.69	1.28	+0.28	1.55	1.00	0.00
		1/2	1.05	0.72	-0.28	1.54	1.00	0.00
3.	晚白笹	1/20	2.03	0.98	-0.02	2.74	1.00	0.00
		1/2	2.11	1.02	+0.02	2.73	1.00	0.00

あるを示す。數蒸騰係數は其比の誤差常に甚だ大なり、尙又上記の材料晚白笹の葉のみについて 8 月下旬 2 回測定を行ひたる結果は又同様なるを見たり (Tab. 5, 3)。

3) 此實驗に於ては葉の面積を人為的に變化せしめたるため葉面積を考に入れず。即ち數蒸騰係數及び面積蒸騰係數は共に蒸騰絕對量を維管束數對數及び導管部絕對面積にて除したるものなり。

c. 土壤の濕度を異にして培養せる場合

土壤の濕度の差異は植物の蒸騰作用及び其成長に多大の關係を有するものにして LIVINGSTON 及 JENSEN 兩氏 (20) は土壤の粒子を異にせる土中にて數種の植物を栽養せしに粒子粗なるは毛細管現象弱く従つて保水力小なるため乾燥し易く爲めに植物の成長は小なりと云へり、又 SAMPSON 及 ALLEN 兩氏 (24) は微細なる土壤の上に生育せるものは粗大なる土壤の上に生育せるものより蒸騰量大なりと云へり。

大正 11 年ポットを二區に分ち他の條件を可成同様となし 1 區は常に 1—3 cm 水を張りて水田狀となし他は可成乾燥せしめて畑狀とし 5 月 30 日以來水稻關取・都・陸稻戰捷一號・田優の四種を栽培し、翌大正 12 年度にはポットを 3 區に分ち深水區は常に約 3 cm 内外水を張り濕潤區はポットの底より 6cm 内外水を存せしめ乾燥區は成るべく乾燥の狀に保ち 5 月 22 日以來都及び戰捷一號の 2 種を栽培し是等を材料として何れも 7 乃至 9 月中に蒸騰作用の實驗を行ひたり。

Tab. 6.

	材 料		數蒸騰係數 (T/Z)	其 比	誤 差	面積蒸騰係數 (T/G)	其 比	誤 差
	品 種	培養條件						
1.	戰捷一號	水田狀	1.17	1.29	+0.29	0.42	1.18	+0.18
		畑 狀	0.64	0.71	-0.29	0.29	0.82	-0.18
2.	戰捷一號	深 水	2.14	1.37	+0.34	0.98	1.23	+0.23
		濕 潤	1.48	0.95	-0.05	0.85	1.06	+0.06
		乾 燥	1.07	0.68	-0.32	0.57	0.71	-0.29
3.	田 優	水田狀	1.60	1.28	+0.28	0.63	1.17	+0.17
		畑 狀	0.90	0.72	-0.28	0.45	0.83	-0.17
4.	關 取	水田狀	0.76	1.06	+0.03	0.40	1.03	+0.03
		畑 狀	0.68	0.94	-0.06	0.38	0.97	-0.03
5.	都	水田狀	1.29	1.05	+0.05	0.67	0.99	-0.01
		畑 狀	1.16	0.95	-0.05	0.69	1.01	+0.01
6.	都	深 水	2.15	1.26	+0.26	0.87	1.20	+0.20
		濕 潤	1.97	1.15	+0.15	0.69	0.95	-0.05
		乾 燥	1.01	0.59	-0.41	0.61	0.84	-0.16

先づ戰捷一號に就て大正 11 年 8 月中旬 3 回, 8 月下旬 3 回各區 2 葉づつ (Tab. 6, 1) 及び大正 12 年 7 月下旬 2 回, 8 月上旬 1 回, 8 月中旬 2 回, 8 月下旬 2 回, 9 月上旬 3 回

各區1葉づつ (Tab. 6, 2) を以て測定を行ひ何れも其平均の結果を見るに乾燥狀に置かれたるものは一般に數蒸騰係數及び面積蒸騰係數の減少を見る。換言せば土壤濕度を異にせる地に生育せるもの間には其通導組織發達と蒸騰能力との間に一定の關係あるを認め得ず。乾燥地のものは前者の發達に比し後者の減退割合に大なるを知る、而して乾燥區に於ける蒸騰係數減少の傾は多くの場合數蒸騰係數に於て大なるを見る。次で陸稻田優に就て大正 11 年 8 月上旬 2 回各區 3 葉づつ、8 月中旬 3 回 8 月下旬 3 回各區 2 葉づつに就て測定せる結果 (Tab. 6, 3) も、水稻關取に就て大正 11 年 8 月中旬 3 回及 8 月下旬 3 回各區 2 葉づつに就き測定せる結果 (Tab. 6, 4) も共に戰捷一號の場合と全々同様なり。水稻都に就て大正 11 年 8 月上旬 3 回各區 3 葉づつ、8 月中旬 3 回、8 月下旬 3 回各區 2 葉づつ (Tab. 6, 5) 及び大正 12 年 7 月下旬 1 回、8 月上旬 2 回、8 月中旬 4 回、8 月下旬 1 回、同 3 回各區一葉に (Tab. 6, 6) 就き測定せる結果は一定せざるも其平均を見る時は明に戰捷一號と同様の傾向を示す。

以上の結果より見るに同一品種を條件を異にして栽培せるものに於ては其差比較的に小なる間は大體に於て蒸騰相對量と導管部相對面積との間には正比例關係 ($T=kG$) を保てども其差大となれば此關係の成立を認め得ず、一般に吸水困難の狀に作られたるものは蒸騰係數の減少を見る。

3. 異品種を相似の條件の下に培養せる場合

品種によりて蒸騰量に差あるは事實なるが如し。農商務省農事試驗場 (22) に於ける稻の用水量試驗成績を見るも吸水量は時期の異なるに従つて差あるのみならず又品種の異なるによつて差ある事明なり。GRAY 及 PEIRCE 兩氏 (10) は麥類の研究に於て濕氣・土壤及び光線に對する狀況は品種によりて相似なるも同一ならずとせり。

九大農學部農場に栽培せらるる陸稻及び水稻の各に於て成る可く成熟期を等しくし且つ葉脈數を異にせる陸稻旱不知・金光坊・田優及水稻晚白笹・曲玉・晚神力に就て實驗を行ひたり。先づ陸稻に就て大正 11 年 8 月下旬 3 回、9 月上旬 3 回、大正 12 年 9 月上旬 3 回、同 6 回各區 2 葉づつ (Tab. 7, 1) 次で水稻に就て大正 11 年 8 月下旬 2 回、9 月上旬 3 回、大正 12 年 9 月上旬 4 回、同 6 回各區 2 葉づつ (Tab. 7, 2) に就き測定せる所によれば蒸騰相對量

と維管束相對數及び導管部相對面積との間には何等の比例的關係を認めず、而して此場合も多くの場合に於て數蒸騰係數の誤差は面積蒸騰係數の誤差よりも更に大なりき。面積蒸

Tab. 7.

	材 料	數蒸騰係數 (T/Z)	其 比	誤 差	面積蒸騰係數 (T/G)	其 比	誤 差
1.	早不知	1.11	0.87	-0.13	0.66	0.87	-0.13
	金光坊	1.32	1.04	+0.04	0.76	1.00	0.00
	田 優	1.38	1.09	+0.09	0.86	1.13	+0.13
2.	晚白笹	1.22	1.00	0.00	0.59	1.04	+0.04
	曲 玉	1.39	1.14	+0.14	0.63	1.11	+0.11
	神 力	1.05	0.86	-0.14	0.49	0.86	-0.14

騰係數が陸稻にては早不知に於て小にして田優に於て大、水稻にては神力に於て常に小なるを見たるは品種的特性なるべし。

以上異品種間の比較は嚴密には同様ならざる條件の下に栽培したる材料を以てしたるを以て栽培條件の差異による變化あるは無視し得ずと雖、品種の特性による差異大なるべく従つて異品種間に於ける蒸騰作用と通導組織の發達との間に正比例的關係を發見し得ざるは寧ろ當然なりと云ふべし。

IV. 蒸騰作用に對する他の内的原因の影響

蒸騰作用と通導組織發達との間に於ける正比例的關係が外界條件の變化及び品種の差によりて行はれざるに至るは植物體内に於ける通導組織の發達以外の他の内的條件が同一ならざるに起因すべし。HABERLANDT 氏 (12) はハダカムギ・ソバに於て溫度濕度を一樣にして蒸騰作用を研究し明に個性あるを認め、FLEISCHER 氏 (7) は蒸騰作用に關係する内的原因として葉の大きさ・形・位置・氣孔・細胞間隙・表皮外側膜・細胞内容及び原形質の活力を挙げ、KOHLE 氏 (18) は乾濕兩様の状態に植物を栽培したるに濕潤區のものはクチクラ層及び表皮外側膜共に薄く乾燥區のものは共に厚きを認め、BURGERSTEIN 氏 (3) は表皮膜の厚さ増さば蒸騰量は減少し又氣孔の數・長さ・大きさ・解剖學的特質並びに細胞の内容・細胞間隙及び葉の含水量が蒸騰作用に關係あるを論じ、BESSY 氏 (2) は乾燥地に生ずる植物の表皮外側膜が特に肥厚し又一層クチクラ化せるは水分の逃るゝ事を防ぐに都合よしとし氣孔の數・大きさ及び其状態亦蒸騰作用に甚大の關係ありと論じたり。BERGEN 氏 (1) は種々の潤葉樹の陰葉と陽葉とについて蒸騰量を比較したるに原位置に於ては後者は前者の 3 乃至 10 倍にして兩者を陽所又は陰所にて測定する時は陽葉は陰葉の 1.5 倍に過ぎずと記せり。SAMPSON 及 ALLEN 兩氏 (24) は同一植物に於て陽所のものは陰所のものより蒸騰量 2 倍以上大なり而して其原

因は前者は後者よりも氣孔數多きによると論じたり。FUCHSIG 氏(9)はアカチャ屬の植物に於て尋常葉が假葉よりも蒸騰作用盛にして且つ早く萎むは假葉がクチクラ層を有し且つ表皮外側膜が一層厚くなるによると云へり。MAXIMOW 氏(21)はクチクラ・蠟質・毛は氣孔の開ける時は蒸騰作用を抑壓する關係なきも氣孔が閉ぢたる場合には大なる關係を及ぼすとせり。

1. 葉の構造的影響

以上種々なる従來の研究の結果より考察し稻の蒸騰作用に影響ある葉の構造的因子の主なるものと思はるゝ氣孔及び表皮の状態に就き之れが如何に影響あるかを蒸騰量測定のためにつき一々檢鏡調査せり。

同一品種を同様の條件に培養せしもの (III, 1 参照)

陸稻戰捷一號に就いて調査せる所によれば表皮細胞外側膜の厚さ・氣孔の長さ・氣孔數等は各個性あり、而して其中に於ても特に氣孔數の變異は面積蒸騰係數の變異と相伴ふ傾向可

Tab. 8. (Tab. 1 参照)

	材料 番號	葉の 厚さ	同 比	表皮の 厚さ	同 比	表皮細 胞外側 膜厚さ	同 比	氣孔の 長さ	同 比	** 氣孔數	同 比	+ 氣孔 相對 數	同 比	++ 蒸騰係 數の比
1.	A	166.7	1.03	9.7	0.97	2.00	1.00	22.7	0.99	29.3	1.00	32.2	1.10	1.02
	B	156.7	0.97	10.0	1.00	2.00	1.00	23.0	1.00	30.0	1.02	31.3	1.13	1.00
	C	170.0	1.05	10.0	1.00	2.00	1.00	22.5	0.98	28.6	0.97	29.4	1.00	0.98
	D	160.0	0.99	10.0	1.00	2.00	1.00	22.9	1.00	28.2	1.96	25.1	0.86	0.98
	E	153.3	0.95	10.3	1.03	2.00	1.00	23.7	1.03	31.0	1.05	26.7	0.91	1.02
2.	A	163.3	1.02	10.3	1.00	2.00	1.04	23.0	0.97	31.2	1.07	39.0	1.29	0.99
	B	160.0	0.99	10.0	0.97	2.17	1.13	22.2	0.93	30.6	1.05	29.4	0.98	0.93
	C	160.0	0.99	10.0	0.97	1.83	0.95	26.0	1.09	24.7	0.85	23.5	0.78	1.01
	D*	143.3	(0.89)	10.0	(0.97)	1.50	(0.78)	24.4	(1.03)	22.2	(0.76)	19.5	(0.65)	(1.37)
	E	160.0	0.99	11.0	1.07	1.67	0.87	24.0	1.01	30.1	1.03	28.6	0.95	1.03
3.	A	153.3	0.95	9.0	0.96	2.17	1.00	22.2	1.01	36.3	1.01	32.7	0.94	1.00
	B	173.3	1.07	9.3	1.00	2.17	1.00	21.5	0.93	38.2	1.06	39.7	1.14	1.02
	C	160.0	0.99	9.7	1.04	2.00	0.92	21.8	0.99	32.1	0.89	27.9	0.80	0.97
	D	160.0	0.99	9.3	1.00	2.33	1.07	22.4	1.02	37.4	1.04	39.3	1.13	1.00
	E*	150.0	(0.93)	9.7	(1.04)	1.67	(0.77)	21.5	0.98	36.6	(1.02)	35.1	(1.01)	(1.28)

各比の單位は平均値を以てす但し

* 材料不足のため用いたる若き材料にして特に表皮外側膜薄きを見る従つて此材料に於ける蒸騰係數の大なる誤差は思ふにこれが爲なるべし、故に平均算出には除外せり (Tab. 1 参照)。

** 徑 275 μ の圓内に於ける氣孔の平均數。

+ 氣孔數に葉面積の比を乘じたるもの。

++ 面積蒸騰係數 (Tab. 1 参照)。

なり明瞭なるを見る。而して氣孔の數・長さ併に表皮細胞外側膜の厚さ殆んど相等しき材料は其面積蒸騰係數も亦殆んど相等し。(Tab. 8)例へば表皮細胞外側膜の厚さ及び氣孔の長さ大體相等しき材料 (Tab. 8, 1, A:C 及 B:D) に就いて氣孔數の比と面積蒸騰係數の比とを對照するに前者の比 1.00:0.97 のもの後者の比 1.03:0.98 又前者の比 1.02:0.96 のもの後者の比 1.00:0.99 なり。

又水稻都について同様の測定を行ひたるに戰捷一號の場合と大體同様の結果を得たり (Tab. 9)。

Tab. 9. (Tab. 2 参照)

	材 料 番 號	葉の厚さ の比	表皮の 厚さの比	表皮細胞 外側膜厚 さの比	氣孔の長 さの比	氣孔數 の比	氣孔相對 數の比	蒸騰係 數の比
1.	A	1.04	1.00	1.06	1.08	1.02	1.43	1.07
	B	1.01	0.97	0.99	0.97	1.01	0.97	1.02
	C	0.95	0.97	0.99	1.00	1.04	1.08	1.09
	D	1.01	1.00	0.99	0.96	0.97	0.83	0.92
	E	0.98	1.04	0.99	0.99	0.96	0.69	0.90
2.	A	0.97	1.02	1.05	1.03	0.99	1.18	1.01
	B*	(0.99)	(1.02)	(0.93)	(1.00)	(1.00)	(1.15)	(1.27)
	C	0.99	1.02	0.93	0.98	0.97	1.04	0.98
	D	0.99	0.98	0.98	1.00	1.09	1.01	1.04
	E	1.05	0.98	0.98	1.00	0.95	0.77	0.96
3.	A	0.97	0.92	1.05	1.03	0.99	1.23	1.02
	B	1.03	1.07	0.98	1.01	1.10	1.15	1.03
	C	1.03	1.00	0.98	0.96	0.91	0.63	0.96

* 材料は中筋に沿ひて破れ居たるため平均標準算出には除外せり (Tab. 2 参照)。

同一品種を異なる條件に培養せるもの (IV. 2 参照)

葉の上半を切斷し置きたるものに就いて調査せる所によれば切斷せるものは一般に表皮細胞外側膜薄く、氣孔は大きく、數も亦多くなる傾向あり (Tab. 10)。而して斯くの如き形態となれるにかゝらず面積蒸騰係數がかへつて切斷せるものに於て小にして (Tab. 4 参照) 氣孔の發達と相反するを見るは維管束の發達が既に手術前に於て進み居るによるなるべし、従つて此傾向を手術の遅れたるものに於て見受けらるゝ一例を示せば 10 日前に切斷せるものは正常のものに對し氣孔數の比 1.00 : 1.20 (0.91 : 1.09) に對して面積蒸騰係數の比 1.00 : 1.13 (0.94 : 1.06) なるに 8 日前に切斷せるものは前者の比 1.00 : 1.13 (0.94 : 1.06) なるに後者の比

Tab. 10. (Tab. 4 参照)

	材 料		葉の厚さの比	表皮の厚さの比	表皮細胞外側膜厚さの比	氣孔の長さの比	氣孔數の比	蒸騰係數の比
	品 種	條 件						
1.	關 取	正 常	0.98	1.00	1.01	1.03	0.91	0.94
		10日前切斷	1.02	1.00	0.96	0.97	1.03	1.06
2.	晚白笹	正 常	1.05	1.01	1.12	0.98	0.94	1.14
		8日前切斷	0.95	0.96	0.88	1.02	1.06	0.86
3.	都	正 常	0.79	0.99	1.01	1.00	1.01	1.00
		8日前切斷	1.03	1.01	0.99	1.00	0.99	1.00
4.	都	正 常	1.00	1.01	0.98	1.01	1.00	1.05
		7日前切斷	1.00	0.99	1.02	0.99	1.00	0.95

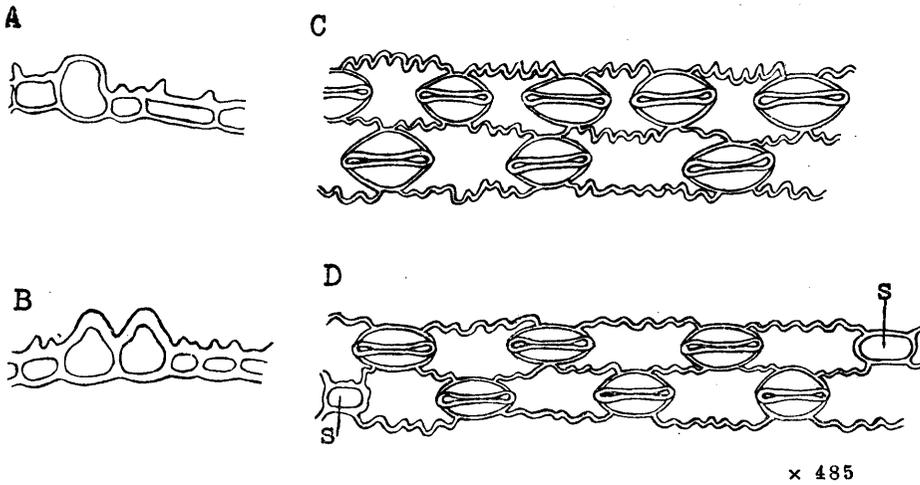
1.00 : 0.77 (1.14 : 0.86) なるが如し (Tab. 10 参照)。

濃度を異にせる養液中にて培養せるものに就て調査せる結果によれば表皮外側膜の厚さは大差なきも濃厚區のものは氣孔數増加するも其葉面積に對する相對數を却て減じ其大さは小となれり (Tab. 11)。従つて蒸騰作用に對する氣孔の影響は互に相殺され結局蒸騰係數に變化を及ぼさざるものと考へらる。

Tab. 11. (Tab. 5 参照)

	材 料		葉の厚さの比	表皮の厚さの比	表皮細胞外側膜厚さの比	氣孔の長さの比	氣孔數の比	氣孔相對數の比	蒸騰係數の比
	品 種	養液濃度							
1.	晚白笹	1/20	1.03	1.03	1.00	1.03	0.96	1.16	0.93
		1/2	0.97	0.97	1.00	0.97	1.04	0.84	1.02
2.	八重笹	1/20	1.05	0.98	0.97	1.04	0.97	1.28	1.00
		1/2	0.95	1.02	1.03	0.96	1.03	0.72	1.00
3.	晚白笹	1/20	1.01	1.02	1.00	1.01	0.99	1.17	1.00
		1/2	0.93	0.98	1.00	0.99	1.01	0.83	1.00

土壤の濕度を異にして培養せるものにつき調査を行ひたる結果によれば乾燥の狀に置かれたるもの程表皮細胞外側膜は肥厚し氣孔は小となり、其數及相對數も亦た減少す。(挿圖参照) 例へば陸稻戰捷一號に就いて調査せる1例を示せば (Tab. 12, 1) 畑狀に作られたるものは水田狀に作られたるもの對して表皮細胞外側膜の厚さの比 0.92 : 1.08 氣孔の長さの比 1.02 : 0.80 氣孔相對數の比 1.14 : 0.86 なるが如し。従つて乾燥狀に置かるゝものの蒸騰減退に對し



戰捷一號を土壤の濕度を異にして培養せる場合。葉の表皮断面。A 深水區。B 乾燥區。葉の裏面表皮。C 深水區。D 乾燥區。s. 氣孔の發達し得ざりしもの。

Tab. 12. (Tab. 6 参照)

	材 料		葉の厚さの比	表皮の厚さの比	表皮細胞外側膜厚さの比	氣孔の長さの比	氣孔數の比	氣孔相對數の比	蒸騰係數の比
	品 種	培養條件							
1.	戰 捷 一 號	水田狀	1.05	1.02	0.92	1.03	1.02	1.14	1.18
		畑 狀	0.95	0.93	1.08	0.97	0.98	0.86	0.82
2.	戰 捷 一 號	深 水	0.99	1.01	0.84	1.04	1.08	1.24	1.23
		濕 潤	1.03	1.01	1.04	1.01	1.00	1.16	1.06
		乾 燥	0.98	0.93	1.12	0.94	0.92	0.60	0.71
3.	田 優	水田狀	1.00	1.05	0.88	1.07	0.90	1.08	1.17
		畑 狀	1.00	0.95	1.02	0.93	1.10	0.92	0.83
4.	關 取	水田狀	1.06	1.05	0.91	1.01	1.09	1.17	1.03
		畑 狀	0.91	0.95	1.09	0.99	0.91	0.83	0.97
5.	都	水田狀	1.04	1.02	0.88	1.01	1.07	1.19	0.99
		畑 狀	0.96	0.93	1.12	0.99	0.93	0.81	1.01
6.	都	深 水	1.03	1.00	0.99	1.01	1.15	1.42	1.20
		濕 潤	1.03	1.06	0.97	1.04	1.00	1.21	0.95
		乾 燥	0.94	0.94	1.04	0.95	0.85	0.57	0.84

ては氣孔の發達不充分及び表皮細胞外側膜の肥厚の影響與りて大なるものあるべし。陸稻田優 (Tab. 12, 3) 水稻關取 (Tab. 12, 4) 同都 (Tab. 12, 5 及 12, 6) も大體同様の結果を示せり。

Tab. 13. (Tab. 7 参照)

	材 料	葉の厚さ の 比	表皮の厚 さの 比	表皮細胞 外側膜厚 さの 比	氣孔の長 さの 比	氣孔數 の 比	氣孔相對 數の 比	蒸騰係 數の比
1.	早不知	0.98	0.97	1.03	0.97	0.93	0.92	0.87
	金光坊	1.03	1.00	1.01	1.01	0.94	0.96	1.00
	田 優	1.00	1.03	0.96	1.02	1.13	1.13	1.13
2.	晚白笹	1.00	1.01	0.99	1.03	1.09	1.19	1.04
	曲 玉	1.00	1.04	0.93	1.00	0.97	1.02	1.11
	神 力	1.00	0.95	1.03	0.97	0.95	0.79	0.86

異品種を相似の條件の下に培養せるもの (IV. 3 参照)

品種比較の材料を調査せる所によれば陸稻各品種間には品種的特性あるが如きも氣孔の長さ・氣孔數及び氣孔相對數の増減と蒸騰係數の増減との間には明かに相關々係を認め得たり (Tab. 13, 1) 水稻に於ては斯くの如く明瞭ならざるも又同様の傾向を認め得たり (Tab. 13, 2)。

以上の結果より考察するに同一品種を同一の條件の下に培養する場合に於ても其組織は各個性を表す。而して氣孔・表皮等の變化は蒸騰作用と相伴ふ。異なる條件の下に培養せる場合には組織の變化は一層大なるも其變化は一定の傾向を示すものの如し、而して氣孔の發達程度と表皮外側膜の肥厚程度とは蒸騰作用に密接なる關係あるを見、外界の條件及び品種の異なるに従ひ蒸騰作用と通導組織發達との間の關係に變化を來す原因となるを見る。

2. 葉の機能的影響

蒸騰作用に關與する内的原因として葉の機能の影響をも考慮に入れざるべからず。其主なるもの二三に就いて實驗を行ひたり。

細胞液の濃度

DRABBLE 及 LAKE 兩氏 (5) は異なる條件の下に作れる植物に就いて細胞液の濃度を測定しそれが土中の鹽度に關係せりとなし、且又降水少き土地の植物が細胞液の濃厚となれるは稀にある降雨に際し葉より急に水を吸ふに都合よしと考へたり、而して兩氏 (6) は又細胞液の濃度は淡水植物には薄く生理的に旱魃の状態に置かれたるものは濃厚なり而して同様の状態に作られたるものは大體同様なり、然れどもこれが蒸騰作用に關する直接の影響は少しとせり。HARRIS, GORTNER 及 LAWRENCE 三氏 (13) は葉の細胞液の濃度は其着位が高き程濃厚なりこれ水高及び導管内の抵抗に對する調整作用なりとせり。鈴木限三氏 (26) は植物

體が或る濃度の液體に接觸して存するとき其植物の細胞液はそれに適應して可なり滲透壓を有するに至るものなり、鹽生植物が高き濃度の細胞液を有するは生理的早魃に對抗せんがためのみならず必要なる水分の供給を保たんがためなり、降水量多くして土地濕ふ時は滲透壓は低く降水少くして土地乾燥する時は高くなると云へり。

異なる濃度の養液（ノツペ氏養液 0.075 %。及 0.75 %。）に培養せる水稻八重葎及び晚白笹の葉鞘の柔膜組織を濃度を異にせる硝酸加里溶液中に入れ原形分離を起さしめて其細胞液の濃度を測定したるに實驗回数少くして結果の確實を期し難きも濃厚なる液（吸水困難の狀）に培養せるものは稀薄なる養液中に培養せるものよりも原形分離を起さしむるに濃厚なる液を要したり、即ち原形分離を起さしむる硝酸加里の濃度は濃厚區のものは八重葎晚白笹共に 0.14 乃至 0.18% なるも稀薄區のものは何れも 0.12 乃至 0.14% なるを見たり。

氣孔の機能

CURTIS 氏（4）は蒸騰作用は日々の週期あり最高は日中にして夜最少なり、これ暗所に於て氣孔の閉せる事が大なる原因なりとせり。GRAY 及 PEIRCE 兩氏（10）は麥類の氣孔は光によつて開き暗所に於て閉す、其開度は光度に比例すとせり。FREEMANN 氏（8）は露點の變化が著しく植物の蒸騰作用に關係するは恐らく氣孔の開閉によるものなるべしとせり。

土壤の濕度を異にし一方を水田狀他を畑狀に培養せる水稻都及び陸稻戰捷一號を暗室に移し氣孔の全部閉せるものを室内に持ち來し明き窓際に置いて一定時間毎に葉を横斷して可なり厚き切片を作り檢鏡して氣孔開閉の割合を測定せしに兩品種共水田狀に作られたるものの方氣孔の開く事早き傾向あるを見たり。

乾燥の速度

乾燥により葉面より水分奪取の難易も亦蒸騰作用に關與する事大なるべし。HEDGCOX 氏（14）は植物の萎凋に就いて研究し中生植物はこれが生育せる土と殆んど同様の早さを以て水を失ひ、濕生植物は土よりも早く、乾生植物は其速度甚だ遅しと云へり。

水田狀と畑狀に作られたる水稻都の各 1 葉を取り糸にて吊し密室内に於て 30 分毎に其減重を測定したるに水田狀のものは畑狀のものよりも水を失ふ事早かりき（Tab. 14）。又水田狀に培養せる水稻關取の幼若なる葉を葉鞘内にて 7 日前に切斷しおきたるものと年齢相等しき標準葉とを切り取り 1 組は暗室に他の 1 組は室内に吊しおき 2 時間毎に其重量を測定し（Tab. 15）又水稻晚白笹の水田狀に培養せるものを同様に 7 日前に手術したるものを標準葉と共に切り取り密室内に於て 10 分毎に減重を測定せり而して其結果は總て切斷葉は水を失

Tab. 14.

観測時	水田 状		畑 状	
	減 重	葉面積 100cm. よりの 蒸發量	減 重	葉面積 100cm. よりの 蒸發量
* 9 55	mg.	mg.	mg.	mg.
10 25	21.0	13.0	18.0	11.8
10 55	8.7	5.4	7.4	4.9
11 25	8.8	5.4	7.6	5.0
11 55	8.5	5.2	8.0	5.3
12 25	8.5	5.2	7.3	4.8
12 55	7.5	4.6	7.7	5.1
13 25	7.5	4.6	7.5	4.9
13 55	7.0	4.3	7.5	4.9
14 25	6.5	4.0	8.5	5.6
14 55	6.0	3.7	7.5	4.9
15 25	6.0	3.7	6.5	4.3
15 55	6.0	3.7	5.0	3.3
16 25	3.5	3.2	4.0	2.6
16 55	2.5	1.5	4.5	3.0
17 25	2.5	1.5	4.0	2.6
17 55	1.5	0.9	3.5	2.3

* 時間の記録法は嶺嶺氏 (19) に従ふ。

Tab. 15.

測定場所	測定時	切 断 葉		正 常 葉	
		減 重	葉面積 100cm. よりの 蒸發量	減 重	葉面積 100cm. よりの 蒸發量
暗 室	時 分 9 45				
	11 45	mg. 18.0	mg. 6.0	mg. 37.0	mg. 3.2
	13 45	11.0	3.5	29.0	2.5
	15 45	9.0	2.9	22.0	1.9
	17 45	1.5	0.5	7.5	0.7
室 内	10 00				
	12 00	18.0	8.6	65.5	4.1
	14 00	9.0	4.3	47.5	2.9
	16 00	5.0	2.4	40.5	2.5
	18 00	0	0	12.5	0.8

ふ事常に正常葉よりも早かりき。以上の結果は水田状に作られたるもの及び切断葉は表皮細胞外側膜薄き事實と合理的に一致せり。尙恐らく細胞液の濃度も之れに關係少からざるを想像し得。

以上の測定によれば吸水困難なるものは一般に細胞液は濃く、氣孔の機能は鈍く、水を失ふ事遅きが如し。

是に由つて之れを観れば異品種間又は同一品種にても異なる條件の下に生育せるものは蒸騰作用が解剖的及び生理的原因により影響せられ蒸騰相對量と導管部相對面積との間に比例的關係 ($T=kG$) は行はれざるに至るものなり。

V. 總 括

1. 蒸騰作用と通導組織の發達には一定の關係あり即ち大體に於て維管束數の大なるもの又は導管部斷面積の大なるものは蒸騰作用大なり、而して後者と維管束斷面積との相關々係は之と維管束數との間の關係に比して一層密接なるを見る。

2. 導管部の發達以外の他の内的原因が相等しき時與へられたる環境の下に於ける蒸騰相對量は導管部相對面積に

正比例するものの如し。即ち

$$T = kG.$$

T 蒸騰相對量
 G 導管部相對面積
 k 面積蒸騰係數

此場合 k は實驗的に容易に定め得らる。

3. 他の内的原因が相等しからざる時は 兩者間に斯くの如き關係は成立せず、而して此關係を亂す主なる内的原因として氣孔の數・大さ及び作用・表皮細胞外側膜の厚さ等を擧げ得べし。

(大正十三年五月。九州帝國大學植物學教室及作物學教室)

文 献

1. BERGEN, J. Y.: Transpiration of sun leaves and shade leaves of *Olea europaea* and other broad leaved evergreens. Bot. Gaz. 33, p. 235-296. 1904.
2. BESSEY, C. E.: Botany for Highschools and Colleges. p. 173. 1899.
3. BURGERSTEIN, A.: Materialien zu einer Monographie, betreffend die Erscheinungen der Transpiration in den Pflanzen. Teil II. (Verh. K. Zool-Bot. Ges. Wien. 39, p. 399-464). Ref. Just's Bot. Jahresber. 1889.
4. CURTIS, C. C.: Some observations on transpiration. Bull. Torrey Bot. Club. 29, p. 360-373, 1902.
5. DRABBLE, and H. LAKE: The osmotic strength of cell sap in plant growing under different condition. New Phytol. 4, p. 189-192, 1905.
6. DRABBLE, E. and H. LAKE: The relation between the osmotic strength of cell sap in plants and their physiological environment. Biochem. Jour. 2, p. 117-132, 1907.
7. FLEISCHER, H. E.: Die Schutzeinrichtung der Pflanzenblätter gegen Vertrocknung. (16. Bericht über das Kgl. Realgymnasium und die Landwirtschaftsschule zu Döbeln). Ref. Just's B.t. Jahresber. 1885.
8. FREEMANN, G. F.: Studies in evaporation and transpiration. Bot. Gaz. 70, p. 190-210, 1920.
9. FUCHSIG, H.: Untersuchungen über die Transpiration und den anatomischen Bau der Fiederblätter und Phyllodien einiger *Acacia*-Arten. (Bot. Jahrb. 51, p. 472-500). Ref. Just's Bot. Jahresber. 1914.
10. GRAY, J. and J. G. PEIRCE: The influence of light upon the action of stomata and its relation to the transpiration of certain grains. Amer. Jour. Bot. 6, p. 131-155, 1919.
11. HABERLANDT, G.: Physiologische Pflanzenanatomie. 1917.
12. HABERLANDT, F.: Über die GröÙe der Transpiration unserer Kulturpflanzen. (Wiss. prakt. Unters. Haberlandt. 2, p. 146-160). Ref. Just's Bot. Jahresber. 1877.

13. HARRIS, J. A., R. A. GORTNER and J. V. LAWRENCE: The relationship between the osmotic concentration of leaf sap and height of leaf insertion in trees. Bull. Torrey Bot. Club 44, p. 267-286. 1917.
 14. HEDGCOCK, G. E.: The relation of the water content of the soil to certain plants principally mesophytes. (Studies in the Vegetation of the State; II. University of Nebraska, Botanical Survey of Nebraska 6, p. 1-79). Ref. Bot. Centralbl. 1902.
 15. JACCARD, P.: Eine neue Auffassung über die Ursachen des Dickenwachstums. (Naturw. Zeitschr. Forst. u. Landw. 9, p. 241-279). Ref. Bot. Centralbl. 1913.
 16. JACCARD, P.: Neue Untersuchungen über die Ursachen des Dickenwachstums der Bäume. (Naturw. Zeitschr. Forst. u. Landw. 8, p. 321-360). Ref. Bot. Centralbl. 1915.
 17. JOHNSON, E. S.: A method of studying the absorption transpiration in nutrient media. Science. N. S. 52, p. 517, 1920.
 18. KOHL, F. G.: Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. (Braunschweig. p. 124.). Ref. Just's Bot. Jahresber. 1886.
 19. KÔKETSU, R.: Time records for Physiology, Ecology and Climatology. Botanical magazine Tokyo, 34, p. 13 and p. (91), 1920.
 20. LIVINGSTON, B. E. and G. H. JENSEN: An experiment on the relation of soil physics to plant growth. Bot. Gaz. 38, p. 67-71, 1904.
 21. MAXIMOW, N. A.: Physiologisch-ökologische Untersuchungen über die Dürre-resistenz des Xerophyten. Jahrb. wiss. Bot. 62, p. 128-144, 1923.
 22. 農商務省農事試驗場: 稻作水量試驗. 農事試驗場成績 8, p. 66, 1900.
 23. RÜBEL, E.: Experimentelle Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Wasserleitungs-bahn und Transpirationsverhältnissen bei *Helianthus*. Beih. Bot. Centralbl. 38, p. 1-62, 1920.
 24. SAMPSON, A. W. and L. M. ALLEN; Influence of physical factors on transpiration (Minnesota Bot. Studies. 4, p. 33-39). Ref. Just's Bot. Jahresber. 1909.
 25. SAYRE, J. G.: Physiology of stomata of *Rumex patientia*. Science. N. S. 57, p. 205-206. 1923
 26. SUZUKI, G.: Variations on the osmotic pressure of strand plants. Bot. Mag. Tokyo, 31, p. 153-166. 1917.
 27. WESTERMAIER, M. und H. AMBRONN: Beziehungen zwischen Lebensweise und Struktur der Schling- und Kletterpflanzen. Flora. 64, p. 417-430, 1881.
-

ON THE RELATION BETWEEN THE AMOUNT OF TRAN-
SPIRATION AND THE DEVELOPMENT OF THE
VASCULAR SYSTEM OF RICE PLANT

Résumé

Sadao YASUDA

This study was undertaken to see the relation between the amount of transpiration and the development of the vascular system of *Oryza sativa*. As the index of the latter the cross sectional area of the vascular portion and number of the vascular bundles at the basal part of the leaf blade were taken, and the former was measured by means of the weighing method, the leaf only being generally used.

When the same race cultivated under the same conditions were taken for investigation, the following relation was found:

$$T = kG$$

T ——— Amount of transpiration per unit
leaf area per unit time.

G ——— Ratio of the cross area of the vascular
portion to the leaf area.

k ——— Transpiration constant.

But such a constant relation cannot be seen when the internal or external conditions are changed; for instance, the relation varies according to different method of cultivation adopted and different races of material used. So far as I have studied, the most important internal factors, concerned here, seem to be the structure, the number and the function of the stomata and the nature of the external wall of the epidermal cells.
