

桐樹天狗巢病

徳重, 陽山

<https://doi.org/10.15017/14930>

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 19, pp.71-82, 1951-12-10. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



桐 樹 天 狗 巢 病*

(天狗巢病桐樹の呼吸作用について 其の一)

Yozan TOKUSHIGE: Witchés-room of *Paulownia Tomentosa* L.

(On the respiration of paulownia infected with Witchés-brooms. part 1.)

德 重 陽 山

前 言

桐樹天狗巢病がウイルス性疾病であることは吉井甫、徳重³⁾に依つて既に證明された處であるが、天狗巢病に罹病している桐樹の顯著な形態上の異状は樹体内の生理異状を意味するものであらうと推察し、生理作用の一つである呼吸作用の測定を行つた。

呼吸作用測定に關する實驗は昭和24年夏に豫備實驗を行つたが、測定の結果得られた實測値に非常に大きな振れがあることが判明した。この原因に對して少くとも四つの要因が關係しているものと考察された。それは器械に因るもの、採葉の時間に因るもの、測定の爲に葉を切抜く處置に因るもの、葉自身の個體差に因るもの等が其の主な原因と思われた。従つて此等の要因の除去を行うためには、器械の誤差を最小程度に抑え、多數の材料に就て同時測定を行うこと、全葉を其の儘の状態で測定することが肝要である。此の條件を略々満足せしめる器械を作製して昭和25年度の實驗を行つた。その結果は未だ基礎實驗の域を脱しないが次の實驗の前提となるべき部分を包含しているので此處に發表する次第である。本研究に當り種々御教示を賜つた佐藤教授及び吉井教授に謝意を表す。

實 驗 方 法

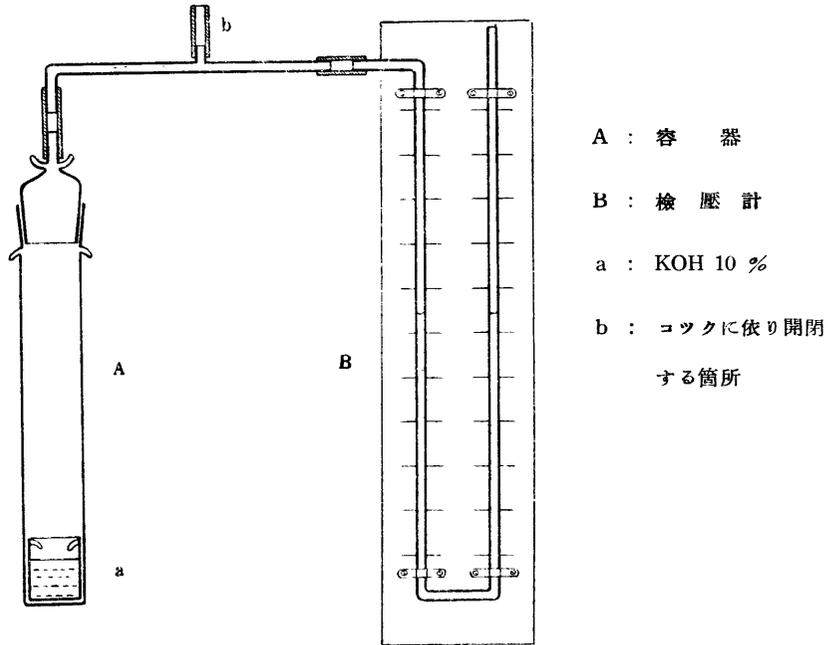
植物の呼吸作用により葉面より排出される CO_2 を KOH に吸収させ、葉面に吸収される O_2 の量を檢壓的に測定する方法を用いた。

(測定器具) 第1圖の如く容器と檢壓計の2つの部分よりなる器具11個と恒温槽を作製した。

(器具の檢定) 容器腔内のガス容積の減少と壓力 (U字管内の閉塞液面の差) とは

* 植物病理學教室業績

第 1 圖 呼吸作用測定器具



直線關係を示す。唯、直線の傾きが容器の大小によつて異つてゐるのみであつて、換算式 $x = hy$ なる直線式を適用することが出来る。直線からの實測値の振れは 1% 程度であるから器具そのものゝ誤差は 1% 程度と考へてよい。

還 算 式

$$x_G = h \left\{ \frac{1}{10000} \frac{273}{T} (V_G - V_f) + \frac{273}{T} \frac{A}{2} \right\} \dots \dots \dots 1.$$

$$x_u = \frac{x_G}{F_G}$$

x_G ……	0°C に於ける酸素の減少量	(mm ³)
x_u ……	單位生重當りの酸素吸收量	(mm ³)
h ……	閉塞液面の差	(mm)
V_G ……	容器腔内のガス容積	(mm ³)
V_f ……	測定葉の容積	(mm ³)
A ……	U字管内の斷面積	(mm ²)
T ……	恒温槽の絶對溫度	(°C)
F_G ……	測定葉の生重	(g)

(測定方法) 10% の KOH 10 cc を容器 (a) に入れ、容器 (A) に桐の葉を捲いて入れ

磨合せの蓋を閉め恒温槽中に沈める。10 分の後に b の部分のコックを閉め外部と空気の流通を断ち、測定を開始し 1 時間後の検壓計 (B) の液面差を讀み、換算式により呼吸量を算出する。此の際温度補正を行うために 1 本を盲験用とし、他の 10 本の容器と同時に測定を行う。

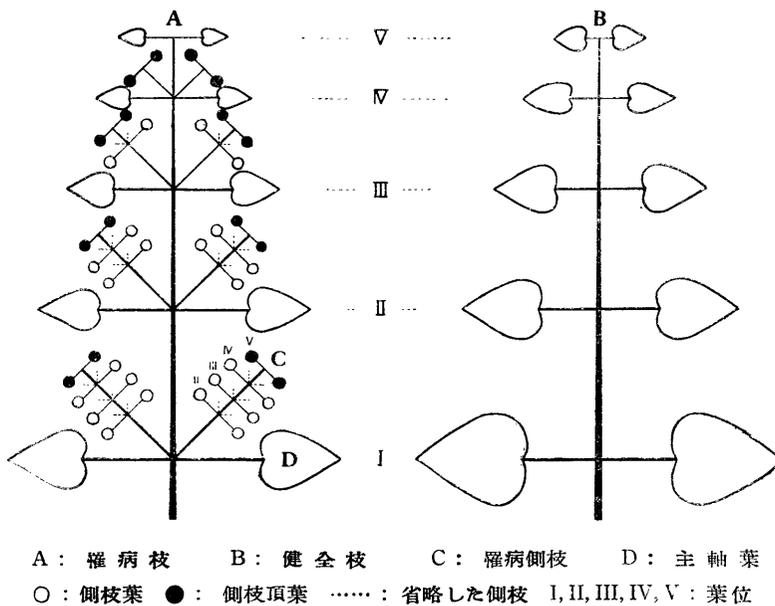
(實驗材料) 九大農學部内の罹病桐の葉(病葉)と健全桐の葉(健葉)とを實驗材料とした。採葉の時期は 8 月、9 月であつた。

實 驗 結 果

1. 採葉後に於ける呼吸量の變化

桐樹より採葉された葉が時間の経過と共に如何に變化してゆくかを知る目的の爲に行つた。

第 2 圖 呼吸作用測定上に於ける健葉と病葉の關係



a. 採葉直後、2 時間後、4 時間後、17 時間後の呼吸量の變化

採葉直後、30 分後、1 時間後の呼吸量を、枝の尖端より 5 枚の葉 2 組について測定したが、數十回の實測の結果よりすれば、殆んどその間に顯著な差異を見出し得なかつた。故にこの程度の時間の経過は呼吸量の増加及び減少に影響がないものと思われた。従つて 2 時間後、4 時間後、17 時間の呼吸量を測定したが、その結果は第 1 表に示す通りである。

第 1 表 採葉直後、2 時間後、4 時間後、17 時間後の呼吸量

回数	1				2				
	時間	0	2 時間	4 時間	17 時間	0	2 時間	4 時間	17 時間
葉位	V	562	544	536	369	532	478	490	367
	IV	250	264	261	253	336	338	349	323
	III	234	222	250	277	252	244	253	301
	II	194	178	266	204	230	230	246	258
	I	196	194	229	254	195	195	260	276

第 1 表よりすれば最上葉は時間の経過と共に呼吸量が減少し、下葉は幾分増加する傾向を認め得る。然し總括的に見て、採葉後 4 時間頃までは採葉當時の呼吸量と大差ないものゝ如く觀察される。

b. 採葉直後及び 24 時間後の呼吸量の變化

採葉直後に呼吸量を測定し、材料を濕室中に保存し、24 時間後に再び呼吸量を測定した。測定結果は第 2 表、第 3 表に示す通りである。

i 健全桐の葉

第 2 表 健全葉採葉直後及び 24 時間後の呼吸量

回数	1		2		3		4		
	時間	0	24 時間	0	24 時間	0	24 時間	0	24 時間
葉位	V	503	144	657	222	361	150	553	224
	IV	508	244	579	325	313	243	376	238
	III	277	231	278	212	284	197	282	245
	II	226	233	305	230	238	185	274	222
	I	103	249	222	231	214	189	339	289

第 2 表よりすれば、採葉直後は上葉程呼吸量は大であるが、24 時間後の呼吸量と比較すれば、時間の経過と共に呼吸量の減少する量は上葉程大で下葉程小と言う傾向を示している。

ii 罹病桐の葉

第3表 罹病葉採葉直後及び24時間後の呼吸量

回数	時間	1		2	
		0	24時間	0	24時間
葉位	V	520	168	502	181
	IV	403	192	347	183
	III	342	288	274	244
	II	257	244	305	294
	I	298	302	255	207

第3表よりすれば、採葉直後は上葉程呼吸量は大であるが、時間の経過と共に呼吸量の減少する量は上葉程大であり、下葉程小と言う傾向を示している。又罹病葉について採葉直後、30分後、1時間後の呼吸量を測定してみたが、殆んどその間の差は認められなかつた。

以上の実験を総合すれば次の如くなる。即ち採葉直後の呼吸量は上葉が大であり下葉が小であること、時間の経過と共に葉の呼吸量は漸減し、この呼吸量減少の状態は上葉程大であり、下葉程小である。この二つの傾向は健、病兩葉に於て同様である。従つて、採葉後2~3時間以内に測定した呼吸量は、採葉による刺戟及びその他の處置による呼吸量の激變が認められず、且つ又呼吸量の減少も割合少いから、枝條に葉が着生していた状態の呼吸量と略々等しいと見做し得る。以下行つた実験は採葉後30分以内に測定した。

各葉位に於ける葉の呼吸量日變化

各葉位に於ける葉の呼吸量が一日の内に何如なる變化をするかを知る爲に、午前7時、10時、午後3時、7時の4回、健病兩葉各々5枚につき同時測定を行つた。測定結果は第4表に示す通りである。

第4表 各葉位に於ける健病葉の呼吸量日變化

回数	時間	健葉				病葉			
		午前7時	午前10時	午後3時	午後7時	午前7時	午前10時	午後3時	午後7時
葉位	V	568	739	725	750	733	723	930	665
	IV	475	593	462	419	410	531	544	356
	III	476	420	422	386	275	518	365	298
	II	378	271	344	447	261	400	300	250
	I	196	204	198	351	348	403	278	228

葉位による呼吸量の順位は、上の結果よりすれば、一日中の或時刻に於て逆轉するような事はないと思われる。即ち全體としては日變化があるかも知れないが、上葉程呼吸量が大きいと言う關係は一日中變りないと思われる。

各葉位に於ける葉の呼吸量の差異

以上の實驗により各葉位に於ける葉の呼吸量に差異の存在することは略々明白となつたが、この事實を統計的に確認する爲に實驗を行つた。即ち上葉より5枚の葉について5回の反覆測定を行つた。實驗結果は第5表、第6表に示す通りである。

a. 健全葉

第5表の結果よりすれば個體間には差の有意性が認められないけれども、葉位間には著しく有意な差が認められる。

葉位間相互の差の有意性に依りグループ別けをすると V:IV:(III, II, I) の3群に區別出来る。

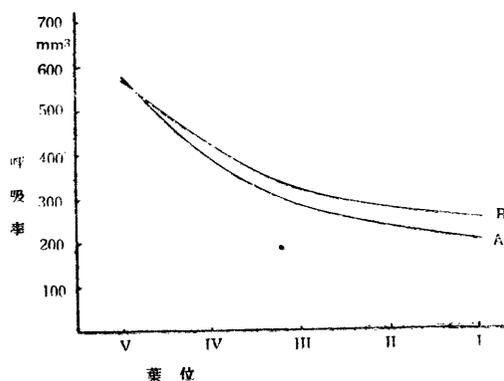
依つて健全葉に於て、葉位を無視した葉の呼吸量の比較は無意味なものと言わねばならない。

第5表 健全葉の各葉位に於ける呼吸量

葉位 反覆回数	I	II	III	IV	V
1	198	240	300	350	615
2	256	254	274	305	490
3	163	266	278	544	580
4	223	233	299	401	623
5	196	212	245	293	547
計	1036	1205	1396	1893	2855
	自由度	變動	不偏分散	分散比	
葉位間	4	429393.2	107398 **	26.0	
個體間	4	15451.2	3862	1.3	
誤差	16	47665.6	2979		
	24	492210.0			

葉位別による呼吸量を圖示すれば第 3 圖 (A) の如き曲線となる。従つて此の曲線は健全な枝に於ける葉の呼吸量分布を示すものと思われる。

第 3 圖 各葉位に於ける健全葉(A)及び罹病葉(B)の呼吸量



b. 罹病葉

第 6 表 罹病葉の各葉位に於ける呼吸量

葉位 反覆回数	I	II	III	IV	V
1	298	267	342	403	520
2	255	305	275	347	502
3	251	255	259	410	512
4	236	327	364	488	726
5	208	249	270	459	536
計	1248	1393	1510	2107	2795
	自由度	變動	不偏分散	分散比	
葉位間	4	327639.1	81909.6**	28.0	
個體間	4	29723.1	7430.6	2.6	
誤差	16	45948.5	2871.1		
	24	403210.7			

第 6 表によれば個體間には有意な差が認められないけれども葉位間に於ては著しく有意な差が認められる。

葉位相互間に於て差の有意性に基きグループ別けをすると V:IV:(III, II, I) の 3 群に區別出来る。

依つて病葉に於ても葉位を無視した呼吸量の比較は無意味なものと言わねばならない。

葉位別による呼吸量を圖示すれば第 3 圖 (B) の如き曲線となる。従つて此の曲線は罹病枝に於ける葉の呼吸量分布を示すものと思われる。

以上の實驗よりして、斯如く葉位による呼吸量の相違が明瞭なものであるから、健病兩葉の比較に於ても葉位を無視した比較は意味のないものであること、及び健病兩葉の葉位による呼吸量分布は著しくは異つていないことが判る。

各葉位に於ける健病兩葉の呼吸量比較

第 5 表と第 6 表を總括して各葉位に於ける平均呼吸量を示すならば第 7 表の如くなる。

第 7 表 健病兩葉の各葉位に於ける平均呼吸量

葉位 健病		I	II	III	IV	V	平均
		病葉	250	275	302	421	
健葉		207	241	279	379	571	335

平均値からすれば大體の傾向として、病葉の方が健葉よりも呼吸量が大であると見做れるが(第 7 表、第 3 圖)統計的檢定に於ては有意な差は見出されなかつた。

天狗巢狀の枝に於ける各葉の呼吸量

天狗巢病に罹病した桐樹の枝は第 2 圖 (A) に示す如き分枝をなすが、此の状態に於ける各葉の呼吸量を測定してみた。その結果は第 8 表、第 9 表に示す通りである。

第 8 表 側枝頂葉の呼吸量

葉位 葉別	主軸葉	側枝頂葉
	V	535
IV	459	342
III	270	435
II	249	468
I	208	326

第 9 表 側枝葉の呼吸量

葉位 枝別	主軸葉	側枝葉		
	V	726	657	547
IV	488	449	399	351
III	364	498	252	286
II	329	325	253	268
I	236	256	252	258

第 8 表よりすれば主軸の最上葉 (V) に比較すると側枝の頂葉は幾分低い値を示している。そして側枝の頂葉間には何等一定の傾向は見られない。

第 9 表よりすれば各側枝に於ける葉の呼吸量の順位は主軸の葉位に於けるのと同様で、上葉が呼吸量が大であり、下葉が小である。

考 察

バイラス病に罹つた植物の呼吸作用が何如に變化するかと言うことに就ては多くの人々の研究報告がある。例えばモザイク病に罹病した煙草について、Lemmon,⁶⁾ Dunlap,³⁾ 權藤⁴⁾ は健全葉の方が罹病葉より呼吸量が大であると報じ、Cordingley²⁾ は炭水化物と窒素の分析結果より健全葉が大であろうと推論している。然し平山⁵⁾、山藤⁷⁾ は以上の結果とは反對に健葉が小であると報告している。捲葉病馬鈴薯については、Whithead⁸⁾ は生長期に於ける葉の呼吸量は病葉が大であるとし、Thung⁷⁾ も同様に病葉が大であると報じている。其の他モザイク病に罹つたトマトは僅かに低く (96 %)、同病に罹つた胡瓜はやゝ低く (74 %)、同病に罹つたラズベリー⁹⁾ の若葉はやゝ高く (125 %)、古葉ではやゝ低く (79 %)、捲葉病に罹つたラズベリーはやゝ高く (119 %)、萎黄病に罹つた桃はやゝ低く (71 %)、萎黄病に罹つたエゾ菊はやゝ高く (126 %) と Dunlap³⁾ は報じている。Caldwell¹⁾ は黄色モザイク及びキュウリモザイクに罹病したトマトはやゝ低いと報じている。

植物がバイラスに罹つた場合に、呼吸作用が旺盛になるか或は衰退するかと言う問題は以上の結果より判断すれば、植物の種類及びバイラスの種類によつて一定してないようである。是れは各バイラスに罹病した各植物の特有な傾向によるものであろうと一應考えられる。然るに同一バイラスに罹病した同一種類の植物(例えばモザイク病に罹つた煙草)に於ても測定者によつて互に相反する結果が得られているのである。是等は主に測定方法の相異や試料に對する取扱い方に基因するものではなからうかと思われる。これは各測定者の呼吸作用測定方法が各々異つた方法を採用しており、試料の取扱いにしても植物全體を測定對象としたり、切離した葉を測定對象としたり或は葉の一部を切取つて測定の對象としたり區々である。従つて異つた實驗方法及び異つた試料の取扱いによつて得られた各々の實驗結果に相異の生じているのは當然であらう。桐の葉についてその呼吸作用を測定した結果より類推

すれば、上葉と下葉の呼吸量の差は約2倍近くも開いておるのであるから、一枚の葉及び葉の一部を切取つてこれを呼吸作用測定を試料とする場合には特に同一葉位の葉を採取することが必要である。同一葉位より取られた試料の呼吸量でも植物全体の平均呼吸量とは必ずしも一致しないのは本実験によつて明かな處である。その上植物の各生長時期に於ける呼吸作用の相異等を考慮に入れると問題は更に複雑になるのである。以上の如き種々の因子が呼吸作用測定には影響しているのであるから、單に結果のみを同列に比較すべきものではないと思われる。

各葉位に従つて葉の呼吸量に順位の存在する事實は本実験により確められた。これは單に呼吸作用のみに止まらず、他の生理現象に於ても等しく認められる處である。従つて樹木に於ては一つの芽が生長して數枚の葉をつけた一本の枝となつた場合、一生長期間に於てこの枝は植物生理上の巨視的單位と考えられる。それは枝に着生している葉が各々獨立した生理現象を營むと同時に其の間に一定の秩序をもつた綜合體であると思ふされるからである。この意味に於て樹木が生理的單體の時間的複合體であるとの見解は正しいものと思われる¹¹⁾。この考え方は罹病することによつて形態上種々の變形を來たしている植物の生理と正常な形態の健全植物の生理とを比較する際に必要となつてくるのである。即ち桐の各葉位に於ける健全葉病葉の呼吸量の比較は平均値としては幾分病葉が高いのである。更に天狗巢狀をした罹病枝全體と健全枝全體の呼吸量を比較すれば、罹病枝の方が大であらうと考察される。なるとなれば天狗巢狀に分枝した各側枝について、その各葉の呼吸量を測定した本実験の結果からすれば、上葉の呼吸量が下葉の呼吸量が大であることが判明しており、次第に病徴が進行し天狗巢狀の分枝が顯著になればなる程、上葉は數量的に増加するのであるから、罹病枝の呼吸量は増加するであらうと考えられるからである。

引 用 文 獻

1. Caldwell, J. : Ann. App. Biol. 21 , 144~151 , 1934
2. Cordingley, H. et al: Ann. App. Biol. 21 , 78~87 , 1934
3. Dunlap, A A. : Amer. Journ. Bot., 17 , 348~357 , 1930
4. 權 藤 道 夫 : 日本植物病理學會報 7 , 84~85 , 1937
5. 平 山 重 勝 : 日本植物病理學會報 16 , 29~32 , 1950
6. Lemmon, P. : Amer. Journ. Bot. 22 , 912 , 1935
7. Thung, T. H. : Tijdschrift over Plantenziekten, 34 , 1~74 , 1928
8. Whithead, T. : Ann. App. Biol. 21 , 48~77 , 1934
9. 山 藤 一 雄 : 農 學 33 , 28~32 , 1949
10. 吉井 甫、德重陽山 : 日本植物病理學會報 14 , 107 , 1950
11. 吉井 甫、河村榮吉 : 解剖植物病理學 2 , 1947

WITCHES'-BROOM OF *PAULOWNIA TOMENTOSA* L.

(On the respiration of paulownia infected with witches'-broom)

(Résumé)

Yozan TOKUSHIGE

The purpose of this work is to compare the leaf respiration of the diseased paulownia infected with witches'-broom with that of the healthy one.

Each five leaves from the top of a shoot of the healthy plant and the diseased one respectively were used to measure the respiration quantity. To estimate the respiration quantity of the ten leaves at the same time the applied Warburg apparatus with eleven tubes were used.

The results of the experiments are shown below.

1. The respiration quantity scarcely varies within two or three hours after picking leaves, and on this point no significant differences between the healthy and the diseased leaves were found.
2. The upper leaves have always greater respiration quantity than the lower ones, and this is recognized through the experiments on the samples picked and measured at 7 A.M., 10 A.M., 3 P.M. and 7 P.M. respectively.
3. The respiration quantity varies significantly with the leaf order, the upper leaves have greater respiration quantity than the lower ones. No difference is found between the healthy leaves and the diseased ones on this respects.
4. If the healthy leaf and the diseased one in the same leaf order are compared, it seems likely that the later is greater in its respiration quantity than the former, though no significant differences have been obtained in my experiment.
5. The leaves of the secondary shoots grown up by the stimulation of witches'-broom disease show the same relation of the respiration quantity with the leaf order as that of the healthy ones.