

天狗巢病桐樹の呼吸作用について III

徳重, 陽山
九州大学農学部植物病理学教室

<https://doi.org/10.15017/21175>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 12 (4), pp.315-319, 1952-09. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

天狗巢病桐樹の呼吸作用について III*†

徳 重 陽 山

On the respiration of paulownia infected with witch's-broom. III

Yozan Tokushige

前 言

筆者は天狗巢病¹⁾に罹病した桐樹の呼吸作用が健全桐樹のそれよりも量的に大であることを7, 8, 9月の3回の実験^{2, 3)}に於て証明した。更にその時に病葉の呼吸率(RQ)が健葉のそれよりも大であると云う結果を得たが、測定器具の精度と供試材料の適否を考へて早急に結論を下すことを避けた。呼吸率は呼吸材料の種類や代謝機構に関係するものであつて、呼吸作用の質的問題に対する指標的役割をもつものである。本実験は健、病両葉の呼吸率を正確に測定し、その異同を比較して病葉の体内生理状態に対する暗示を得ようとしたものである。

実験材料及び方法

福岡県林業試験場の罹病桐樹と健全桐樹を母樹とした。母樹の罹病枝及び母樹の健全枝の頂葉より第3葉位の葉を測定材料として採集した。採集した葉から直径2cmのコルクボーラーで葉片を打抜き、温室としたシャーレに入れ、定温器(30°C)の中に10時間静置したものを測定対象とした。この操作の合理性については前報告³⁾で述べた。

実験方法は Warburg の検圧計を使用し、測定条件を次の通りにした。

Table 1. Plan for measurements.

	酸素呼吸量 (Q _{O₂})	炭酸ガス呼出量 (Q _{CO₂})	分解呼吸量 (Q _{CO₂} ^N)
主 室	葉円板 2枚	葉円板 2枚	葉円板 4枚
副 室	5% KOH 0.5 cc	—	—
恒温槽温度	30°C	30°C	30°C

Q_{O₂} の値は主室に2枚の葉片を入れ副室に KOH を入れた場合に於ける単位時間の検圧計の読み h より算出する。Q_{CO₂} の値は主室に2枚の葉片を入れ副室に KOH を入れない場合の検圧計の読み h' を求め $(h-h')$ より計算する。RQ の値 (呼吸率) は $(h-h')/h$

* 九州大学農学部植物病理学研究室業績。

† 本研究にあたり種々御教示を賜つた吉井教授、佐藤教授、木場助教授に謝意を表す。

により求める。 $Q_{CO_2}^N$ の値は容器中の空気を窒素ガスに置換する為に 300cc の窒素ガスを 20 秒間で流入させ、その窒素ガス中に於ける単位時間の検圧計の読み h'' より求める。

実 験 結 果

第 2 表、第 3 表の結果よりすれば乾重を単位とし、或は面積を単位とした何れの場合も病葉の方が Q_{O_2} 、 Q_{CO_2} に於ても大であり、且つ RQ も相当な開きを以つて病葉が大である。唯々含水率だけは健葉の方が大であつた。

Table 2. Respiration rate of the healthy leaves.

No.	Fresh weight	Dry weight	Fresh weight Dry weight	Per mg. dry weight		RQ	Per cm ² area	
				Q _{O₂}	Q _{CO₂}		Q _{O₂}	Q _{CO₂}
1	0.124	0.051	2.43	1.35	0.97	0.72	10.92	7.84
2	0.117	0.049	2.38	1.28	0.91	0.71	10.01	7.10
3	0.112	0.049	2.28	1.50	1.12	0.74	11.76	8.70
4	0.114	0.047	2.42	1.32	0.96	0.73	9.90	7.20
5	0.114	0.050	2.28	1.55	1.19	0.77	12.41	9.54
Average	—	—	2.36	1.40	1.03	0.74	11.00	8.08

Q_{O₂} = mm³ of oxygen absorbed per hr. per mg. dry matter or per cm² area.

Q_{CO₂} = mm³ of carbon dioxide emitted per hr. per mg. dry matter or per cm² area.

RQ = Q_{CO₂}/Q_{O₂}.

Table 3. Respiration rate of the diseased leaves.

No.	Fresh weight	Dry weight	Fresh weight Dry weight	Per mg. dry weight		RQ	Per cm ² area	
				Q _{O₂}	Q _{CO₂}		Q _{O₂}	Q _{CO₂}
1	0.113	0.050	2.26	1.80	1.68	0.94	14.31	13.38
2	0.122	0.058	2.10	1.64	1.57	0.96	15.18	14.53
3	0.112	0.054	2.07	1.57	1.47	0.93	13.50	12.60
4	0.116	0.058	2.00	1.46	1.33	0.91	13.50	12.30
5	0.108	0.053	2.03	1.75	1.64	0.94	14.80	13.80
Average	—	—	2.09	1.64	1.54	0.94	14.26	13.32

Abbreviations are the same as that of Table 2.

第 4 表の結果よりすれば含水率は前表と同様に健葉が大であり、健葉の窒素ガス中に於ける CO₂ 呼出量は負の値を有し、その絶対値は非常に小さく、病葉は正の値を有し、僅かながら CO₂ 呼出を行つているのが認められる。

Table 4. Glycolysis in the diseased leaves and the healthy ones

No.	Fresh weight Dry weight		$\frac{Q_{CO_2}^N}{\text{Dry weight}}$ - a.		$\frac{Q_{CO_2}^N}{\text{Area}}$ - b.	
	Diseased	Healthy	Diseased	Healthy	Diseased	Healthy
1	2.21	2.58	+ 0.09	- 0.04	+ 0.88	- 0.31
2	2.10	2.65	+ 0.11	- 0.04	+ 1.10	- 0.35
3	2.11	2.82	+ 0.09	- 0.06	+ 0.88	- 0.36
4	2.28	2.86	+ 0.06	- 0.04	+ 0.59	- 0.21
Average	2.18	2.73	+ 0.09	- 0.05	+ 0.86	- 0.31

a : $Q_{CO_2}^N = \text{mm}^3$ of carbon dioxide emitted per hr. per mg. dry matter in an atmosphere of nitrogen.

b : per hr. per cm^2 area.

考 察

Q_{O_2} は病葉の方が健葉より約 17% 大であり、 Q_{CO_2} では病葉の方が約 50% 大である。これは両者の呼吸作用が等質のものとして仮定しても病葉のエネルギー消費が大きいことを示すものであり、第 2 報³⁾ の実験結果と傾向を一にする。

一般に植物の酸素呼吸は糖が呼吸材料に使用され、完全に代謝された場合は理論的に RQ は 1 となる筈である。然るに健葉の RQ は約 0.74 であり、1 より可成り小さい値を示している。このことについては葉柄中に多量の有機酸の結晶が認められることからして、柄の葉の固有代謝機能に基因するものと思われる。然るに一方病葉の RQ の値は約 0.94 であつて健葉のそれに比して可成り大きい値を示している。この事實は第 2 報³⁾ に於ても統計的に認められた処である。その相異の原因について健葉、病葉の呼吸作用に関する両者の比較より考察すれば次の通りである。両者の類似点は葉柄中に多量の有機酸の結晶が認められる点、測定材料として同一葉位の成熟葉を使用した点及び窒素ガス中では病葉と云えども大部分の CO_2 の呼出量が止つた点である。相違点は病葉の RQ が大で窒素ガス中でも少量の CO_2 を病葉が呼出する点である。上述の類似点よりすれば病葉も呼吸機能の主道として健葉と同様な有気呼吸系を取つており、相違点よりすれば病葉は副道として無気呼吸と云う病的機能変化を起しておるのであらうと考察される。従つて病葉の RQ が健葉のそれよりも大である理由は次式によつて理解出来るのではあるまいか。

$$RQ_d = \frac{Q'_{CO_2} + Q_{CO_2}^N}{Q_{O_2}} > \frac{Q_{CO_2}}{Q_{O_2}} = RQ_h$$

RQ_d : 病葉の RQ RQ_h : 健葉の RQ

以上呼吸作用に関する既報の結果及び本実験結果を通じて総合判断すれば、病葉の呼吸作用の量的昇進はエネルギー消費の多いことを意味し、質的変化は更に大きいエネルギーの浪費を暗示するものである。而して両者の合計が病葉のエネルギー消費の総計であら

ろ。依つて病葉の総エネルギー消費は巨視的生理単位の場合に於て健康葉よりも大であると結論される。従つてこのエネルギーの消費に伴うエネルギー蓄積(同化量)の裏づけがなければ病樹の枯死と云う現象が起るのではあるまいかと考察される。

摘 要

天狗栗病に罹病した桐樹の呼吸率が如何に健全桐樹のそれと変化しているかを正確に知る為に本実験が行われた。

(1) 病葉に於ける生重と乾重の比は健康葉のそれよりも約 11% 小である。

(2) 病葉は Q_{O_2} , Q_{CO_2} に於て健康葉よりも大きく、エネルギーの消費が多い。RQ については病葉 0.94, 健康葉 0.74 で病葉の方が大きい。健康葉の RQ の値が 1 よりも可成り小さい理由は桐樹固有の代謝系に基因するものと思われる。

(3) 窒素ガス中で病葉は僅かではあるが乾重 1mg に対して 1 時間に $0.09 \text{ mm}^3 \text{ CO}_2$ の呼出を行い、健康葉は殆んど零に等しかつた。故に病葉はバイラス罹病によつて代謝系に変化が起り一部無気呼吸を行つていているものと思われる。この実験結果より病葉の RQ が健康葉の RQ より大きい理由は自明である。病葉の呼吸作用の量的昂進及び質的变化は共にエネルギーの消費の大であることを意味しこの事実より罹病桐樹の枯死現象の一相が限定出来ると考えられる。

引用文献

- (1) Y. Tokushige: Jour. Facult. Agr., Kyūshū Univ., vol. 10, no. 1, pp. 45-67, 1951.
- (2) 籠重錫山: 九州大学演習林報告, no. 19, pp. 71-82, 1951.
- (3) " : 九大農学部学芸雑誌, vol. 12, no. 3, pp. 309-314, 1952.

R é s u m é

In the former experiments^{2, 3} the comparison between the respiration rate of the leaves of paulownia tree infected with witch's-broom¹ and that of the healthy ones was made. The difference in RQ found between them indicated that the metabolism of the former was of an abnormal. But it was left behind to discuss the RQ abnormality obtained in the experiments with diseased leaves because of the anaccuracy of the measuring apparatus. This experiment was carried out in order to determine RQ more accurately. RQ was determined by the Warburg micro-manometric method. In this experiment the disks of the leaves of the third leaf order were used. The results are as follows:

(1) The ratio between fresh weight and dry weight of the diseased leaves is about 11 per cent smaller than that of the healthy ones.

(2) Q_{O_2} (quantity of oxygen consumption) of the diseased leaf disks is about 17 per cent greater than that of the healthy ones per dry weight and

30 per cent greater per area. Q_{CO_2} (carbon dioxide production) of the diseased leaf disks is 50 per cent greater than that of the healthy ones per dry weight and 65 per cent greater per area. These results correspond with what obtained in the author's past work³⁾ and the energy consumption of the diseased leaves seem greater in quantity than that of the healthy one.

(3) RQ of the diseased leaves is about 0.94 and that of the healthy ones 0.74. The small RQ of the healthy leaves, for less than 1 the theoretical value, indicates the incomplete oxidation of the respiration materials in paulownia leaves. Since the organic acid crystals are found in the petioles in a fairly large quantity. RQ of the diseased leaves is greater than that of the healthy ones. This corresponds with the results obtained in the author's past work.³⁾ The difference in RQ between healthy and diseased seems to be attributed to the abnormal metabolic conditions of the diseased leaves.

(4) In the atmosphere of nitrogen instead of air the diseased leaves produce carbon dioxide about 0.09 mm³ per mg. dry matter, while the healthy leaves almost nie.

(5) From these results it is supposed that the respiration of the diseased leaves, though composed mainly of aerobic respiration, is carried out to some extent anaerobically. Possible explanations for the greater RQ of the diseased leaves compared to that of the healthy one will thus be given. The respiration comparison of the diseased and healthy leaves is assumed as follows.

$$RQ_d = \frac{Q'_{CO_2} + Q_{CO_2}^N}{Q_{O_2}} > \frac{Q_{CO_2}}{Q_{O_2}} = RQ_h$$

RQ_d : RQ of the diseased leaves.
 RQ_h : RQ of the healthy leaves.

Laboratory of Plant Pathology,
 Faculty of Agriculture,
 Kyūshū University