

切り取り前後の樹木の呼吸変化について*

大 畠 誠 一** 四 手 井 綱 英**

辻 英 夫*** 畠 山 伊 佐 男***

Changes in Respiratory Rates of Excised Tree Organs

Sei-ichi OOHATA, Tsunahide SHIDEI, Hideo TSUJI and Isao HATAKEYAMA

目 次

要 旨.....	100	2) 幹, 枝の切り取り前後の呼吸変化	
はじめに.....	100	3) 細根の切り取り後の呼吸変化	
方法と材料.....	101	文 献.....	108
結果と検討.....	101	Résumé.....	108
1) 葉の切り取り前後の呼吸変化			

要 旨

樹木の呼吸量測定のための基礎的実験として、主にスギ、オオシマザクラの鉢植え苗を用いて、切り取り前後の葉、幹、枝、細根の呼吸量の変化をしらべた。

落葉広葉樹の葉では、切り取り後3、4時間内は切り取り前とほぼ同量の呼吸を続け、その後増大する。常緑樹の葉では、7、8時間または、樹種によってはそれ以上の間、呼吸に変化はみられない。

切り取り後の葉の呼吸の増大は、葉の乾燥と密接な関係がみられ、急激な水分の蒸散に際しての異常呼吸であろうと考えられる。常緑樹の葉と落葉樹の葉のあいだの呼吸増大までの時間的経過における差異は、両者の葉の構造の差にもとづく蒸散量の違いによるものであらうと推定される。

幹、枝の呼吸は、切り取り後、広葉樹では5～10時間内に外傷の影響があらわれ、一時的な呼吸の増大を招くが、再び減少し安定する。針葉樹では、外傷の影響があらわれるのがかなり遅れる。

幹、枝、根等での切り取りの影響は傷の大きさにも関係し、傷面積が健全な部分に対して大きいほど呼吸量の増大現象が早くあらわれ、その増大量も大きい。傷面積の小さい細根等では、外傷の影響はほとんど認められなかった。

切り取った樹木の呼吸測定に際しては、樹種、樹体部分の切り取りによる呼吸への影響に注意を要し、呼吸の増大以前に測定を終えることが望ましいと思われる。

は じ め に

森林の物質生産¹⁾、特に総生産量を知る上では、林木の呼吸量の測定が必要である。ヨーロッパでは、Boysen Jensen²⁾, Möller et al.³⁾, Müller, Müller & Nielsen⁴⁾ により研究が始められ、わが国でも Yoda et al.⁵⁾, Yoda⁶⁾ により研究され森林の総生産量推定がなされている。

植物の呼吸量を測定する方法には、検圧法、ボイセンエンセン法、密閉アルカリ吸収法、赤外線ガス分析計による方法等がある。樹木の場合、苗木等の呼吸量測定を除外すれば、従来行なわれて来たように、樹体の一部を切り取って測定することは、技術的にも能率上からも必要であらう。その場合

* 費用の一部は文部省特定研究「生物圏の動態」による。**京都大学農学部森林生態研究室

***京都大学理学部植物生態研究施設 Contribution from JIBP-PP

に、切り取り前後の変化を知る必要がある。

打撲、切り取り等の外傷により、植物体の呼吸量の増大をきたす現象は古くから知られ、主に園芸作物⁷⁾についての研究が多い。樹木の切り取り後の呼吸量の変化についての報告は、Opitz, Zelawski^{8~10)}にみられるが、比較的少ないようである。Zelawski の研究は、主に樹体内部の薄片についての報告であり、Opitz の研究は、切り取り後の呼吸の増大以後の変化に重点がおかれ、測定方法の検討としておこなわれたものではない。

したがって、従来¹¹⁾の結果を種々の樹木の呼吸量測定に応用するには不十分であると思われる。また、樹木の葉の呼吸測定は、一般に給水状態の下で行なわれるが、給水しない状態でも測定が可能ならば、方法は非常に簡便になり、能率的であろう。給水しない状態での呼吸量の変化の報告は Opitz, Richards 等に一部見られるのみで、非常に少ない。

樹木の呼吸測定の基礎的実験として、この報告では、主にワグナーポットに植栽したスギ(*Cryptomeria japonica*)、オオシマザクラ(*Prunus Lannesiana*)の苗木を用いて、赤外線ガス分析計(URAS)により、樹木各部の切り取り前後の呼吸量の変化を連続的に測定し、呼吸量測定の問題点について検討した。スギ、オオシマザクラ以外の樹種は、学内及び付近の山から切り取って補足した。

本研究に際していろいろ助言をいただいた京大農学部堤利夫助教授、理学部黒岩澄雄助教授に心からお礼申し上げる。試料の準備その他についてお骨折りいただいた京大農学部伊佐義郎講師、森林生態研究室諸兄に厚くお礼申し上げる。

方 法 と 材 料

使用した赤外線ガス分析計は、Hartmann & Braun 社製URAS 1型である。25°C恒温室内に備えつけた膜の厚さ0.5mm、容積670 l のビニールバックにあらかじめ戸外の空気を貯え、室温とほぼ同温に達した後に試料箱へ導いた。通気流速は 30 l/hour であり、水分乾燥剤として、試料箱と計器の間に、濃硫酸と過塩素酸マグネシウムを使用した。

幹の切り取り前の簡単な試料箱としては、幹の一部を厚さ0.35mmのビニールフィルムでつつみ、ビニールノリで接着させ、ビニール膜と幹との間にはパッキングとして、ガラス用パテを使用した。ビニールの空気に対する透過性、パテの揮発性成分の影響等は、予備実験で影響のないことを確めた。幹の切り取り後の試料箱としては、直径4cm、長さ25cmのガラス管を使用した。

切り取り前の葉の試料箱としては直径約3cm、長さ25cmの大型管瓶を用い、溝を切り込んだゴム栓に小枝ごとにはさみ、パテで封じた。

試料の4年生スギ、オオシマザクラ苗は、1966年、5月に苗圃から2万分の1ワグナーポットに移植し、活着した後の7月から実験に供した。実験に際しては、植物体温度が室温となるべく等しくなるように、前日に室内に運び入れた。その他、補足の試料として、アカマツ(*Pinus densiflora*)、アラカシ(*Quercus glauca*)等の幹は、外気温が室温とほぼ等しい時刻に切り取るよう注意した。切り取り後、すぐに切断面をラノリンで封じ、切断面からの水分、炭酸ガスの放出を防いだ。

結 果 と 検 討

1) 葉の切り取り前後の呼吸変化

植物体の一部を切り取り、または傷つけることによって、その呼吸量の増大をきたす現象はかなり精しく研究され、Richards¹¹⁾によれば、*Acacia lophocantha*, *Rhododendron calophyllum*等の葉では、切り取り部分の面積が、葉の表面積に比べて、ごく小さいために、傷の影響による呼吸量の変化は、比較的小さいという。

オオシマザクラの葉を樹体から切り取る前に、小枝ともの呼吸量を測定したのち、小枝つきで切り

取ったもの (1, 2, 3), および, 葉をもぎ取ったもの (4) について測定した結果を図 1 に示した。

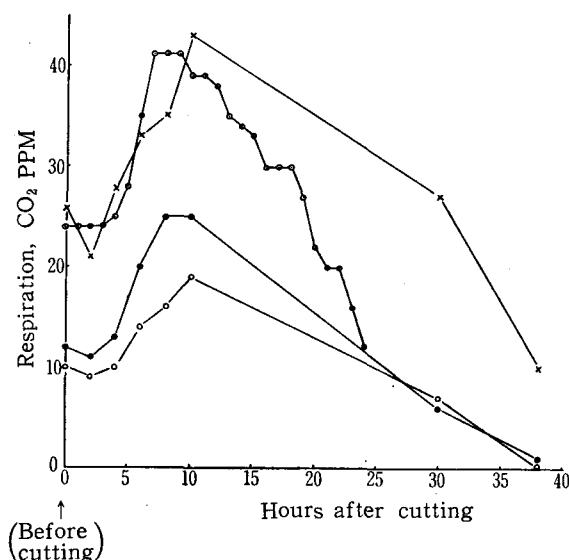


Fig. 1. Changes in respiratory rates of *Prunus Lannesiana* leaves after cutting at 25°C. Samples 1, 2, 3 were young shoots with leaves, and 4 excised leaves. Only for the curve 4, the zero on the abscissa represents zero hour after cutting instead of 'before cutting'. Ordinate: increment in CO₂ concentration of air supplied at a flow rate of 30 l/hr. ○ Sample 1, ● Sample 2, × Sample 3, ● Sample 4.

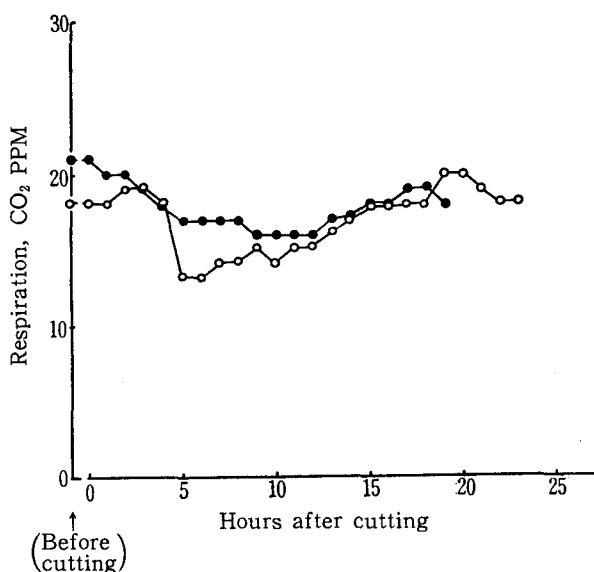


Fig. 2. Changes in respiratory rates of excised *Prunus Lannesiana* shoots with water supply. ○ Sample 1, ● Sample 2.

切り取り後, 3, 4 時間以内では変化はみられないが, その後, かなり急激な増大現象がみられた。ピークに達した後, 漸次減少にむかったが, その最大呼吸量は切り取り前の 2 倍程度を示した。葉をもぎとった場合 (4) は増大および減少が, 小枝つきのものよりも時間的にやや早くあらわれる。

切り取り直後に給水した場合 (図 2), 数時間後に呼吸量はやや減少し, 20 時間前後には, 前の状態に回復した。この変化は, 切り取り後のバナナの葉の例に見られたように, 通導組織を切断することにより, 一時的に気孔が開き, その後, 閉じる運動に関する現象であると思われるが, 大きな変化ではなく, 切り取り後, 給水なしの場合にみられたような呼吸の増大現象はあらわれない。

給水なしのスギの葉の場合ではオオシマザクラのような増大現象はひとめられず, 長時間はば一定の呼吸を続けた後に減少した (図 3)。

樹種の違いによる切り取り後の葉の呼吸量の変化をみるために, 数種の樹木の葉を切り取り後, 25°C の恒温室内で連続的に呼吸量を測定した結果が図 4 である。切り取り後の葉の呼吸の変化は大別して, 落葉広葉樹型と常緑樹型の 2 型に分けられるようである。落葉広葉樹の型では, ほぼ 2 ~ 4 時間経過すると, その呼吸量は増大し, ピークに達した後, 減少する傾向を示した。常緑樹の型では, 6 ~ 7 時間, 明確な変化はみられず, 樹種によっては, 20 時間程度でも変化のみられないものがあつた。常緑広葉のうちでは, 一定時間後, 増大のみられる樹種もあつたが, 常緑針葉では, いずれも 24 時間以内では増大はみられず, Opitz の報告とは異っていた。Opitz は *Pinus laricio*, *P. silvestris*, *Picea excelsa*, *Pseudotsuga douglasii* 等で呼吸の増大現象をみとめ, 最大時の呼吸量が, 増大前のほぼ 2 ~ 4 倍となる結果を報告しているが, 筆者ら

の実験では、スギ、ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*)、アカマツ、モミ (*Abies firma*) 等、測定した試料すべてに増大現象はみられなかった。なお、この測定は各樹種につき、2度ずつ行ったうちの1例である。呼吸量の切り取り後の増大現象は、後に述べるように、乾燥状態等により異なるものであるために、このような差異があらわれたものであらうと思われる。

切り取り後の樹木の葉の呼吸量増大現象をさらに明確にするために、試料箱への通気回路に乾燥剤として濃硫酸および過塩素酸マグネシウムを組み入れて、試料箱の空気湿度をほぼ0%に低めた場合と、湿らせたガーゼ中を通気して、ほぼ湿度100%に高めた場合および、外気湿度(70%程度)の場合について呼吸量の変化をしらべた。この3段階の条件に対応して、葉の乾燥速度はそれぞれ異なり、呼吸の増大現象と密接な関係がみられた。オオシマザクラ、ブナ (*Fagus crenata*) の葉では、乾燥を早めた場合、呼吸量の増大は早くあらわれ、乾燥を遅らせるとその最大のピークへの到達は遅れる(図5, 6)。常緑樹の葉でも、人為的に乾燥を早めると、ほとんどの樹種で明確な呼吸の増大現象がみられた。

切り取り葉の呼吸増大現象¹¹⁾は、Richards も一部述べているように、樹木材部の呼吸増大

とは原因を異にするものと思われる。切り取りによる刺激の影響によるものよりむしろ、水分の急激な減少の際に引き起こされる異常呼吸であらうと推定される。

数種の樹木の切り取った葉を25°C恒温室内に放置した場合の重量の減少経過を図7に示した。落葉広葉樹の葉では、水分の蒸散が非常に早く、樹種により差はあるが、約10時間程度で風乾状態となり、重量は切り取り直後の50~65%程度に減少した。常緑樹では、針葉樹、広葉樹共に、水分の蒸散は非常に緩慢な傾向がみられ、比較的乾燥の早いクス (*Cinnamomum Camphora*) でも、10時間後で、重量はもとの80%以上を示した。

常緑樹の葉での切り取り後の安定した呼吸量は、常緑葉の蒸散を防ぐ葉の構造により、急激な水分の減少がおさえられるためであらうと思われる。

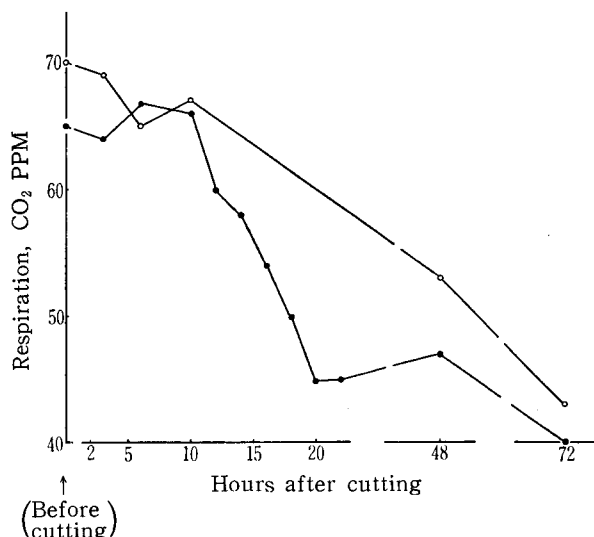


Fig. 3. Changes in respiratory rates of *Cryptomeria japonica* leaves after cutting at 25°C.
○ Sample 1, ● Sample 2.

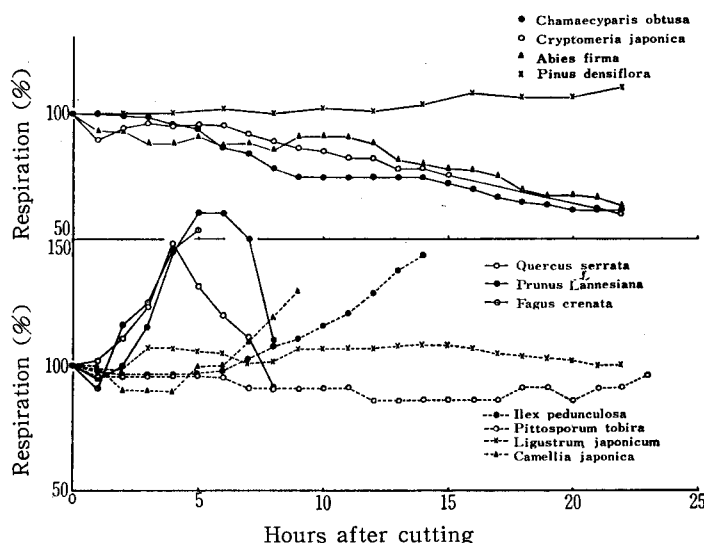


Fig. 4. Changes in respiratory rates (% of initial) of leaves of coniferous, evergreen broad-leaved and deciduous broad-leaved trees after cutting.

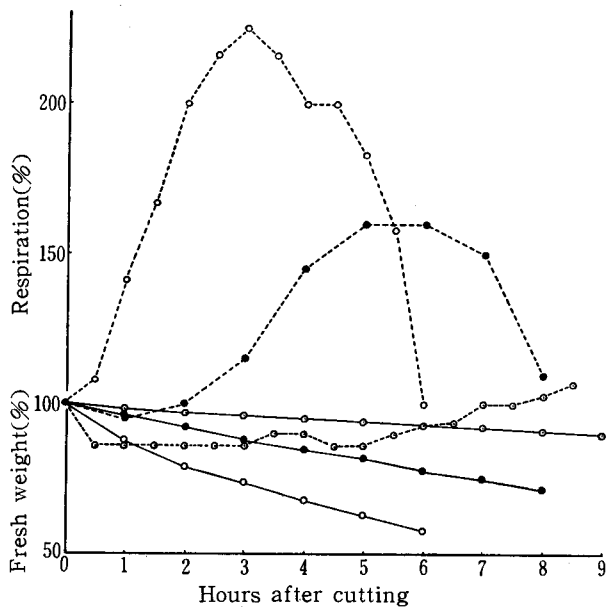


Fig. 5. Relationships between change in respiratory rate and withering of leaves of *Prunus Lannesiana* after cutting. Fresh weight: % of initial.

Respiration : ---●--- relative humidity 100%,
 ---●--- " medium,
 ---○--- " 0 %.
 Withering : —●— relative humidity 100%,
 —●— " medium,
 —○— " 0 %.

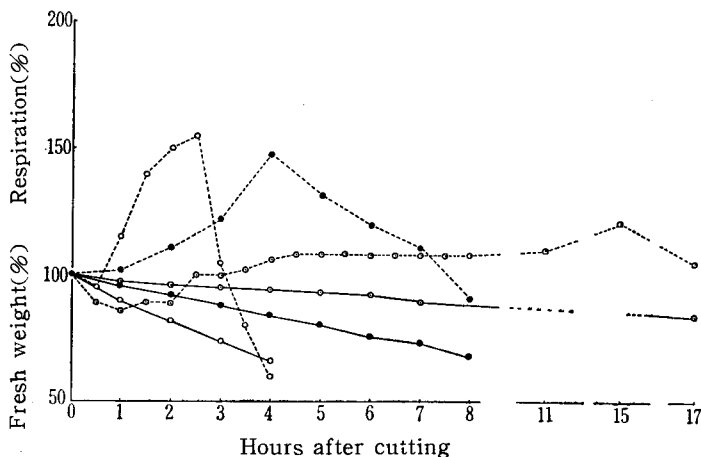


Fig. 6. Relationships between change in respiratory rate and withering of *Fagus crenata* leaves after cutting.

Respiration : ---●--- relative humidity 100%,
 ---●--- " medium,
 ---○--- " 0 %.
 Withering : —●— relative humidity 100%,
 —●— " medium,
 —○— " 0 %.

給水なしに、切り取り葉の呼吸測定を行う際には、呼吸の増大開始以前に測定を終えることが望ましく、特に落葉広葉樹の葉のような乾燥の早いものでは注意を要する。測定時の温度、湿度等にもよるが、25°C 程度では、切り取り後3～4時間内に測定するのが望ましく、常緑葉では呼吸の変化は比較的遅いが、7～8時間内に終えれば適当であろう。

2) 幹、枝の切り取り前後の呼吸変化

ニンジンの根、ジャガイモの塊茎、サクラランボ等で、打撲、切断等の外傷の後、数時間内にその呼吸量の増大がみられることについてはかなり精しい研究がある。樹木の幹、枝でも同様の現象がみられ、*Pseudotsuga douglasii*, *Salix niglicans*, *Fagus silvatica*, *Quercus pedunculata* *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, 等の呼吸の増大現象が Opitz, Zelawski らにより報告されている。⁷⁾ ⁸⁻¹⁰⁾

外傷による呼吸の増大は、外傷を受けた後数時間から数日間のうちにあらわれ、ピークに達すると減少して、再び安定した状態にもどる。したがって呼吸の測定方法としては、どの時点で測定すべきかが問題となろう。

根元直径2～3cm のオオシマザクラの鉢植苗を恒温室に運び入れ、幹の呼吸量を切り取り前に測定し、それを長さ20cm 程度に切り取った後、同部分を数日間、断続的に測定した(図8)。Opitz の数多い実験例にも見られるように、増大以後の呼吸の減少過程は、各試料により、時間的にかなり差が見られるために、減少後の呼吸測定はかなり困難であるものと考えられる。したがって、切り取り直後の呼吸量の増大現象のあらわ

根元直径2～3cm のオオシマザクラの鉢植苗を恒温室に運び入れ、幹の呼吸量を切り取り前に測定し、それを長さ20cm 程度に切り取った後、同部分を数日間、断続的に測定した(図8)。Opitz の数多い実験例にも見られるように、増大以後の呼吸の減少過程は、各試料により、時間的にかなり差が見られるために、減少後の呼吸測定はかなり困難であるものと考えられる。したがって、切り取り直後の呼吸量の増大現象のあらわ

れる以前に測定を終える必要があり、そのために、ピークに達するまでの短時間の変化を調べた(図9)。オオシマザクラの幹では、切り取り後、5~6時間経過すると、外傷の影響があらわれた。スギではこの影響はかなり遅れ、およそ3日後にあらわれた。

スギとオオシマザクラとでは、幹の呼吸に外傷の影響があらわれる時間に、かなりの差がみられるように、幹の切り取り後における呼吸量増大の経過は樹種により非常に異なる。表1、表2に見られるように、一般には、広葉樹の幹では常緑樹、落葉樹共に早くあらわれ、針葉樹ではかなり緩慢である。直径2~3cm、長さ20cm程度のヒノキ、アカマツでは、3日間程度では変化がみられなかった。根岸もアカマツでは24時間程度では外傷の影響がみられないとしている。

しかし、ヒノキ、アカマツでも試料の長さを5cm程度に短く切り取った場合には、明らかな増大の現象がみられた(図10)。

このことは、健全な部分に対する切り取り断面積の比の違いによるものではないかと考えられる。そこで、上下の太さにはほとんど差のみられない直径2.9cmのアラカシの幹を2.5cm、5cm、10cm、15cm、20cmの各長さに切り取り、呼吸量の変化を時間的に測定を行った。これは1実験例であるが、図11に示されるように、短い試料ほど早く呼吸の増大を招き、その量も大きいという結果が得られた。すなわち、切り取り面積が健全部分面積に比べて増大した場合には、呼吸の増大率は大きくなることを示しているものと思われる。

つぎに材の長さを一定(20cm)にし

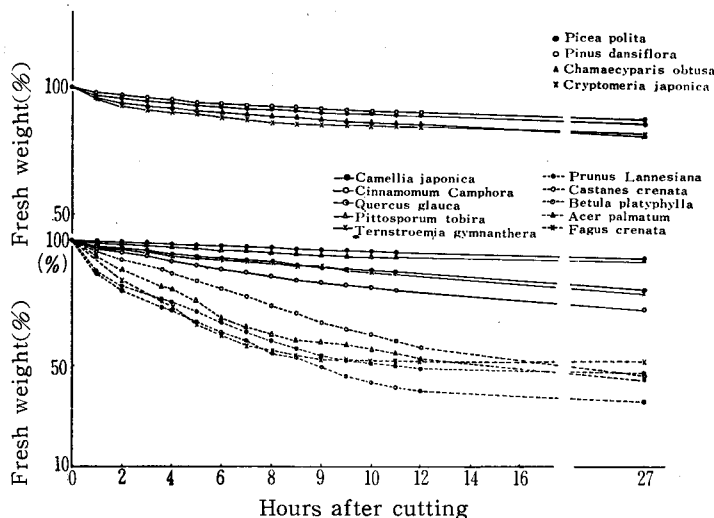


Fig. 7. Withering of leaves of coniferous, evergreen broad-leaved and deciduous broad-leaved trees after cutting at 25°C.

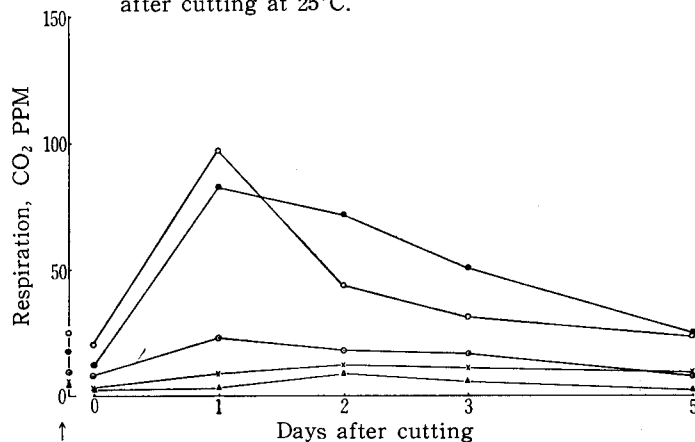


Fig. 8. Changes in respiratory rates of stems and branches of *Prunus Lannesiana* after cutting. The section was 20cm long.

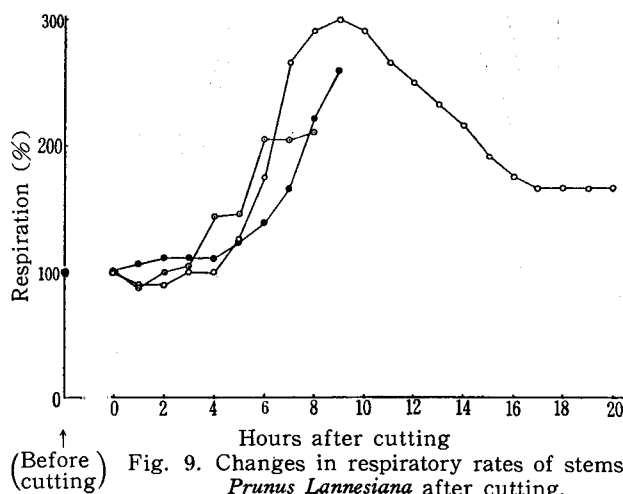


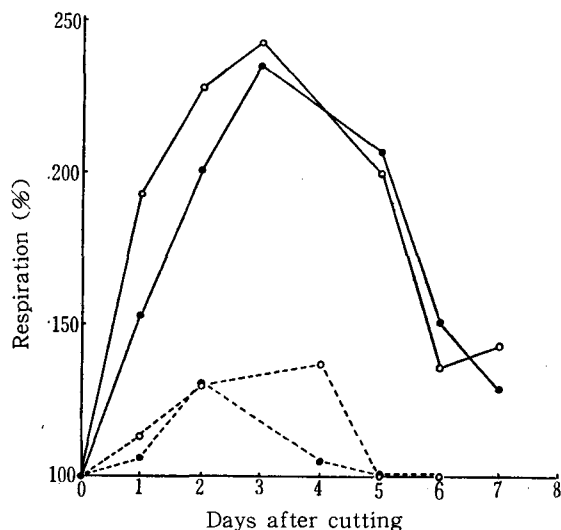
Fig. 9. Changes in respiratory rates of stems of *Prunus Lannesiana* after cutting.

Table 1. Comparison of different tree species for the change in respiratory rate (expressed as % of initial) of the stem after cutting at 25°C.

Hours after cutting	0	16	17	24	39	45	48	68	72	92	96
Tree species											
<i>Pinus densiflora</i>	100	-	120	-	-	105	-	88	-	93	-
<i>Cryptomeria japonica</i>	100	-	109	-	-	91	-	164	-	191	-
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	100	-	93	-	-	88	-	100	-	107	-
<i>Quercus glauca</i>	100	315	-	322	308	-	277	-	292	-	346
<i>Photinia glabra</i>	100	200	-	236	209	-	173	-	182	-	155
<i>Symplocos prunifolia</i>	100	-	236	-	-	143	-	143	-	129	-
<i>Carpinus laxiflora</i>	100	400	-	580	220	-	200	-	200	-	200
<i>Castanea crenata</i>	100	228	-	246	280	-	272	-	204	-	148
<i>Quercus serrata</i>	100	188	-	219	219	-	194	-	175	-	219
<i>Ilex macropoda</i>	100	275	-	325	300	-	250	-	250	-	250
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	100	238	-	238	231	-	231	-	223	-	162
<i>Evodiopanax innovans</i>	100	179	-	210	207	-	189	-	141	103	103

Table 2. Comparison of different tree species for the change in respiratory rate of the stem during the relatively short period after cutting at 25°C.

Hours after cutting	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tree species														
<i>Quercus glauca</i> No. 1	100	100	105	110	135	175	200	226	236	250	266	275	290	294
No. 2	100	94	100	112	122	136	211	230	-	-	-	-	-	-
<i>Amelanchier asiatica</i>	100	100	100	100	110	223	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus Lannesiana</i> No. 1	100	94	100	105	124	126	205	206	211	-	-	-	-	-
No. 2	100	106	111	111	111	122	139	166	222	260	-	-	-	-
No. 3	100	90	90	100	100	125	175	266	291	300	291	266	250	232
<i>P. Grayana</i>	100	100	102	102	100	-	-	-	-	-	-	106	106	133

Fig. 10. Changes in respiratory rates of stems of *Pinus densiflora* and *Chamaecyparis obtusa* after cutting. The section was about 5 cm long. *Pinus densiflora*:—●— Sample 1, ...●... Sample 2. *Chamaecyparis obtusa*:—○— Sample 1, ...○... Sample 2.

て、太さの違った場合について測定を行なった。ピークに達した時の最大呼吸量を切り取り直後の呼吸量で割った値（ここでは最大呼吸率とよぶ）は、断面積が増大するほど比例的に大きくなった（図 12, 13）。この結果でも健全な部分に対して切り取り断面積が小さいほど、外傷の影響が小さいことを示しているものと思われる。

以上をまとめると、樹木の幹、枝の呼吸量を切り取って測定する場合には樹種によってかなりの差はあるが、広葉樹では切り取り後 5～6 時間内に測定することが望ましく、針葉樹では、2～3 日の余裕があると云えよう。また切り取りに際しては、試料を長くにとって、傷面積をできるだけ小さくすることが、呼吸に対する外傷の影響を少なくするものと思われる。

3) 細根の切り取り後の呼吸変化

スギ、オオシマザクラの細根を掘り取り後

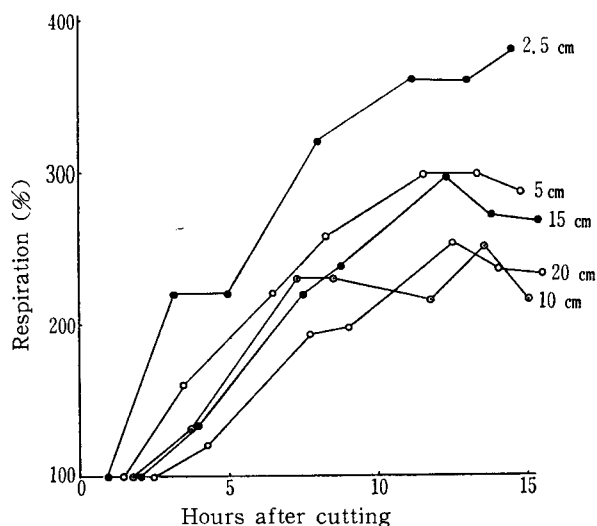


Fig. 11. Relationships between respiratory rise after cutting and length of the stem sections (diameter, 2.9cm) of *Quercus glauca* trees.

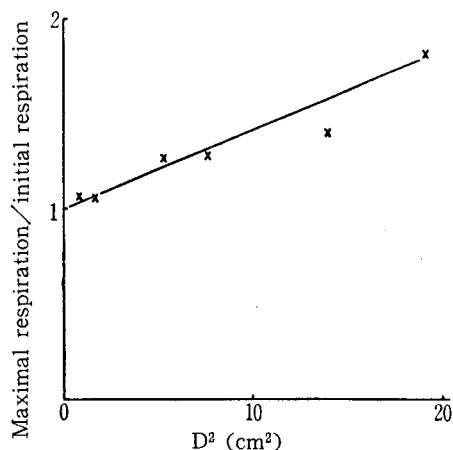


Fig. 12. Relationship between rise in respiration and square diameter of the stem sections (length, 20cm, *Quercus glauca*) at 20°C. Ordinate: ratio of the maximal rate of respiration after cutting to the initial rate of respiration.

水洗し、すぐにその呼吸量の変化を時間的に追ったが、呼吸量に変化はみられず、8～10時間程度、ほぼ一定の呼吸を続け、その後に漸次減少した(図14)。これは細根では、切り取り断面積が非常に小さい割合になるため、外傷の影響がみられなかったためであろう。

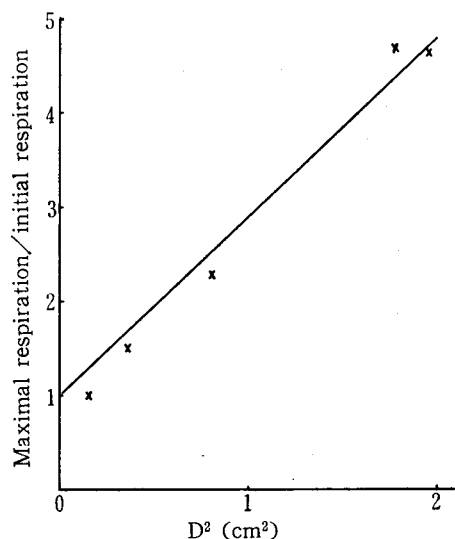


Fig. 13. Relationship between rise in respiration and square diameter of the stem sections (length, 20cm, *Prunus Lannesiana*) at 30°C. Ordinate as in Fig. 12.

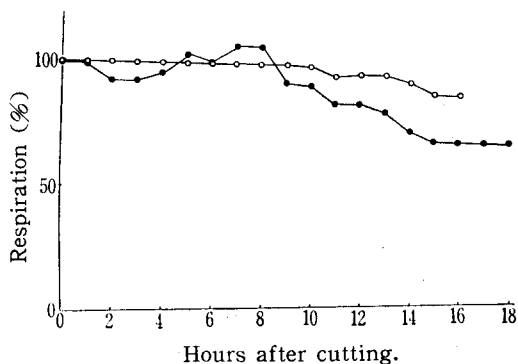


Fig. 14. Changes in respiratory rates of fine roots of *Cryptomeria japonica* and *Prunus Lannesiana* after cutting at 25°C. ○ *Cryptomeria japonica*, ● *Prunus Lannesiana*.

文 献

- 1) Boysen Jensen, P., Die Stoffproduktion der Pflanzen (Gustav Fischer, Jena. 1932).
- 2) Möller, C. et al., Respiration in stem and branches of beech. Det forstlige Forsøegsvæsen i Danmark **21** : 273—301 (1954) .
- 3) Müller, D., Die Atmung der Buchenblätter. *ibid.* **21** : 303—318 (1954) .
- 4) Müller, D. et Nielsen J., Production brute, pertes par respiration et production nette dans la forêt ombrophile tropicale. *ibid.* **29** : 69—160 (1965) .
- 5) Yoda, K. et al., Estimation of the total amount of respiration in woody organs of trees and forest communities. J. Biol. Osaka City Univ. **16** : 15—26 (1965) .
- 6) Yoda, K., Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. III. Community respiration. Nature & Life in SE Asia **5** : 83—148 (1967) .
- 7) Opitz, F., Beitrag zur Kenntnis der Holzatmung. Botanisches Archiv **32** : 209—243 (1931) .
- 8) Zelawski, W., A Contribution to the problem of temperature influence on respiratory processes in wood. Bull. Acad. Polon. Sci., Sér. sci. biol. **8** : 517—519 (1960) .
- 9) —, Changes in wood respiration during the first day after cutting. *ibid.* **8** : 507—513 (1960).
- 10) —, Influence of tissue injury on wood respiration after felling. *ibid.* **8** : 457—462 (1960).
- 11) Richards, H. M., The respiration of wounded plants. Annals of Botany **10** : 531—580 (1896).
- 12) Brun, W. A., Rapid changes in transpiration in banana leaves. Plant Physiol. **40** : 797—802 (1965) .
- 13) 戸刈義次, 山田登, 林武編, 作物生理講座 **5** : 128—132 (朝倉, 東京, 1962).
- 14) Negishi, K., Photosynthesis, respiration and growth in 1-year-old seedlings of *Pinus densiflora*, *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*. Bull. Tokyo Univ. Forests. No. 62, pp. 1—115 (1966).
- 15) 根岸賢一郎, アカマツの幹, 枝の呼吸測定. JIBP/PP 41年度報告 pp. 46—47 (1967).

Résumé

The change in the rate of respiration of excised tree organs (leaves, stems, branches and fine roots) was studied. Rate of CO₂ output was followed using an infrared gas analyzer (URAS). Four-year-old seedlings of *Cryptomeria japonica* and *Prunus Lannesiana* as well as other species were used.

1) Change in respiratory rate of the leaf after cutting.

Within three or four hours after cutting, the respiration of leaves of deciduous broad-leaved trees remained normal. But, soon after that, the respiratory rate increased to a peak and then decreased. On the other hand, excised leaves of evergreen broad-leaved and coniferous trees maintained the normal level of respiration for a longer period than those of deciduous broad-leaved trees.

The cause of the respiratory rise in the leaf may be different from that in the woody organ. In the case of the leaf this rise seemed to be caused by a rapid withering of the leaf. The difference in the pattern of change in the respiratory rate of the leaf between deciduous and evergreen trees would be ascribable to a difference in the structure of the leaf against withering.

Measurement should be carried out within three or four hours after cutting, on the leaves of deciduous broad-leaved trees, and within seven or eight hours on those of evergreen trees.

2) Change in respiratory rate of the woody organ after cutting.

Respiratory rate of the excised woody organ began to rise several hours after cutting, reached a maximum, soon declined and became stable at a level which was not the same as the initial. Reliable values, therefore, can be obtained only when measurement is carried out within

the initial stable period.

The duration of normal respiration before the start of the respiratory rise varied with the species of trees. The length of that duration in 20-cm stem sections was 5-10 hours for broad-leaved trees, and 3-4 days or more for coniferous trees.

Such duration and maximal value in the respiratory rise, however, depended upon the magnitude of the wounded area of the section.

With fine roots or branchlets, little or no effect of cutting was observed upon the respiratory rate of the excised sections.