

## 降雨後に切断した葉の乾燥促進について

木村和義

### Promotion of Drying of Leaves Detached from Plants after Rainfall Exposure

Kazuyoshi KIMURA

The drying of leaves detached from 16 plants (mainly, vegetables) after artificial rainfall (mist) treatment was examined in a growth chamber (20°C, 8 klux).

Leaves detached from misted plants had a higher drying rate than those detached from non-misted plants. The promoting effect of mist on the drying rate was increased with the increase in the duration of mist exposure. The degree of drying after mist exposure for 3 days or more was increased markedly. In almost all the plants, the weight of the leaves detached from the misted plants decreased to 10-20% of the initial weight 24 hours after a 5-day mist treatment, but 40-50% in cabbage, chinese leek and welsh onion. In general, the degree of drying was greater in the younger developing leaves or older leaves than in active young leaves.

These findings suggested that the surface wax and cuticular layer of the leaf is injured by rainfall wetting, and that water discharge (transpiration) in the leaf is increased greatly.

**Key words:** Rainfall, Leaf, Drying, Vegetables

緒

言

植物体が雨を受けることによって、どのような影響を受けるか、特に雨の直接的影響につ

---

Research Institute for Bioresources, Okayama University, Kurashiki 710, Japan

平成6年1月10日受理 (Received January 10, 1994)

本研究の一部は文部省科学研究費によって行なわれた。課題名「作物体の雨濡れ障害とその発生機構に関する研究」(課題番号63560249)。

いての研究は数少ない。筆者らは雨に対する植物の生理生態反応の実態を解明し、それらの植物反応を通じて、降雨の農業気象学的意義について検討している。今までに、植物体が雨に濡れることによって起こる現象、例えば乾物生産・乾物重の減少、気孔状態の変化（木村・田中丸 1980, 1981）、生長障害（木村・有吉 1983）及び雨後の葉の萎凋（木村 1984）、異常葉の発生（木村 1984）などについて報告してきた。またこれらの雨濡れ現象は降雨量よりも降雨期間の影響が大きいことを明らかにした（木村 1987）。インゲンマメ葉を使った実験において、雨後の葉の萎凋は雨後、葉の蒸散量が著しく増大し、クチクラ層からの水の排出が容易になっていることによって起ることを明らかにした（木村 1984）。さらに降雨を受けた植物体から葉だけを切り離した場合も、葉の乾燥速度が早くなることを報告した（木村 1984, 1990）。

本報告では降雨による葉の状態の変化をさぐる手がかりの一つとして、16種の植物を使って降雨処理後に切り離した葉の乾燥に対する降雨期間の影響、植物種、葉位による差異について検討した。

本研究の推進、取りまとめに尽力いただいた平岡直子技官に深謝する。

### 実験材料および方法

実験材料として、キュウリ *Cucumis sativus* L. 四葉きゅうり）、カボチャ Squash (*Cucurbita maxima* × *C. mochoata* 'Ebisu', えびす)、トマト Tomato (*Lycopersicon esculentum* L., 福寿100号)、ナス Eggplant (*Solanum melongena* L., 黒陽茄)、スイカ Watermelon (*Citrullus vulgaris* Schrad., 紅小玉)、メロン Melon (*Cucumis melo* L., サンゴールド)、インゲンマメ Kidneybean (*Phaseolus vulgaris* L., 山城黒三度)、シソ *Perilla* (*Perilla frutescens* L., 青縮緬しそ)、タイサイ Chinese mustard (*Brassica chinensis* L. 'Seppakutaisai', 雪白大葉)、ヒロシマナ Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* Rupr. 'Hiroshimana', 広島菜)、ダイコン Radish (*Raphanus sativus* L., 甘日大根)、ホウレンソウ Spinach (*Spinacia oleracea* L., トライ)、シュンギク Garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L., 大葉春菊)、キャベツ Cabbage (*Brassica oleracea* L., おきな甘らん)、ネギ Welsh onion (*Allium fistulosum* L., 九条太葱)、ニラ Chinese leek (*Allium tuberosum* Rottl., 大葉ニラ) の16種の作物を使用した。実験植物はガラス室で約2ヵ月間バーミキュライトを詰めた鉢で栽培した。生育期間中、週1度ハイポネックス1000倍液を与えた。実験は人工降雨実験装置(20°C, 恒温条件, 12時間明期+12時間暗期)内で行った。光源として、陽光ランプを使用し、植物面における照度を降雨日の平均的値に近い8 klux (61W/m<sup>2</sup>)に調節した。降雨処理は上部に設けたノズルからイオン交換水を5 mm/hで噴霧した。降雨処理時の環境条件は湿度(無処理区80%, 降雨区90~95%)を除いて気温、光量、光質とも無処理条件とほぼ同じであった。降雨処理した後、展開した葉身を切断した。葉の表面に付着した水滴をキムワイプで静かにふき取った後、20°C, 湿度70%の条件下でふたのないペトリ皿上に置き、生体重の減少を測定し、乾燥の程度を無処理葉と比較した。乾燥程度は切葉の最初の生体重に対する経過時間ごとの割合を百分率で示した。また図中の値はすべて3回の実験の平均値で示した。

## 実験結果および考察

## 1. 降雨日数と切断葉の乾燥

4～5月にガラス温室に鉢植したトマト、ナス、ホウレンソウ、キャベツの4作物を1～5日間の降雨処理後、展開した葉の上位から下位の6葉まで葉身を切断した。その後24時間日の葉の乾燥程度（1～6葉の平均）を無処理葉の場合と比較した（Fig. 1）。各作物葉とも雨後の切葉の乾燥速度は降雨処理期間が長くなるとともに早くなる傾向がみられたが、作物種によっていくらかの差異がみられた。トマトでは1日処理でも3～5日間処理とほぼ同じように乾燥するが、ナス、ホウレンソウでは3日以上処理で乾燥が著しくなった。キャベツでは3日間の処理で影響は少ないが、5日間の処理では無処理より乾燥が大きくなった。5日間降雨処理したとき、トマト、ナス、ホウレンソウでは切断時の約20%の値に減少したが、キャベツでは約40%の値にとどまった。

以上のように作物種によっていくらか異なるが、一般に3日以上降雨処理で切葉の乾燥が著しく促進される傾向がみられた。

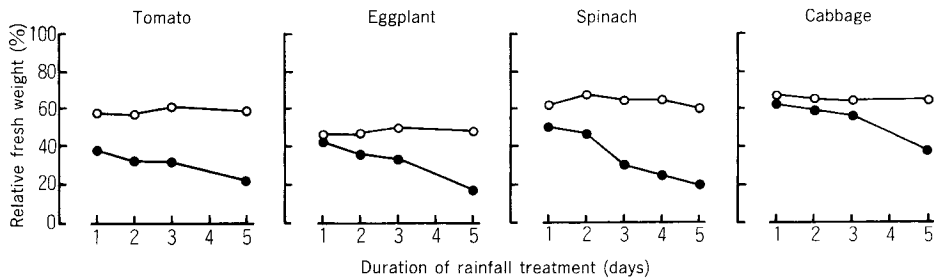


Fig. 1. Comparison of relative fresh weight of detached leaves 24 hours after various durations of rainfall treatment (Experiment in May).

Plants were exposed to artificial rainfall (Mist of deionized water, 5 mm/h) at 20°C under a 12hr-light/12hr-dark cycle for 1-5 days in a growth chamber. Thereafter, leaves were detached and kept at 20°C and 70% in relative humidity. The fresh weight of the leaves was measured 24 hours after rainfall treatment. Values are the means of 6 leaves from the top (1st) down to the 6th. Control plants were cultured in the growth chamber without mist during the misting period. Relative fresh weight (%): Percentage of fresh weight of the leaves against the value (shown as 100) measured when the leaves were detached from the plants. ○: Control, ●: Rainfall treatment. The same conditions and notations apply to the following figures.

## 2. 夏季栽培作物の切断葉の乾燥

## (1) 3日間降雨処理

5～7月にガラス室で、鉢植したキュウリ、カボチャ、トマト、ナス、スイカ、メロン、インゲンマメ、シソの8種の作物を3日間降雨処理した後、展開した葉の上位から下位の9葉までの葉身を切断した。これらの切葉と無処理の切葉の乾燥程度を比較した。

乾燥程度の全葉平均：降雨処理した場合と無処理の場合の3, 6, 24時間後の乾燥程度を、各作物の1～9葉の全葉の平均値について比較検討した（Fig. 2）。各作物とも降雨処理

した場合、生体重の減少の程度が無処理より大きく、乾燥の速度が早かった。特にキュウリ、スイカ、メロン、インゲンマメでは急激に乾燥し、6 時間後で無処理葉では最初の生体重の 60~80% の値であるのに対し、降雨処理葉では 30% 前後の値まで減少した。さらに 24 時間後、

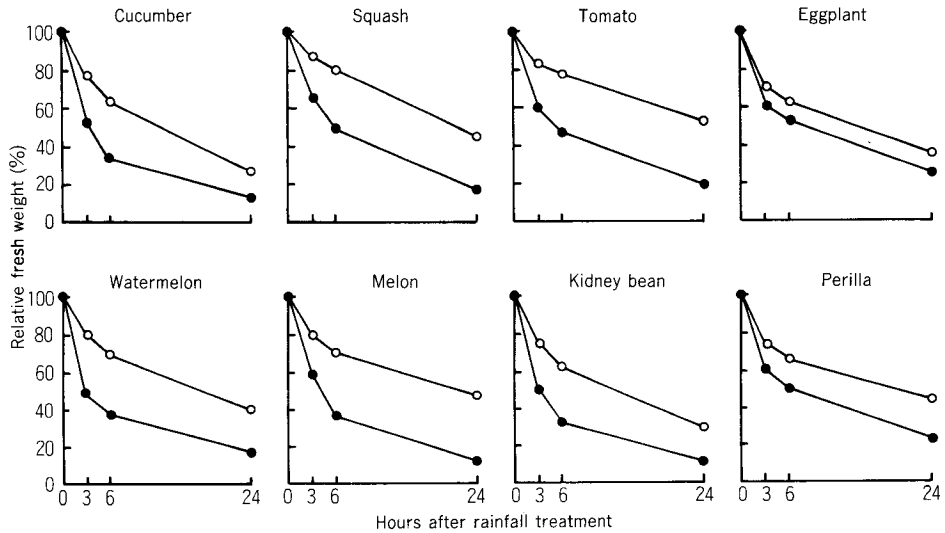


Fig. 2. Time course of relative fresh weight of detached leaves after 3-day rainfall treatment (Experiment in July).

Fresh weight of the leaves were measured 0, 3, 6, 24 hours after rainfall treatment. Values are presented as the means of 9 leaves from the top (1st) down to the 9th.

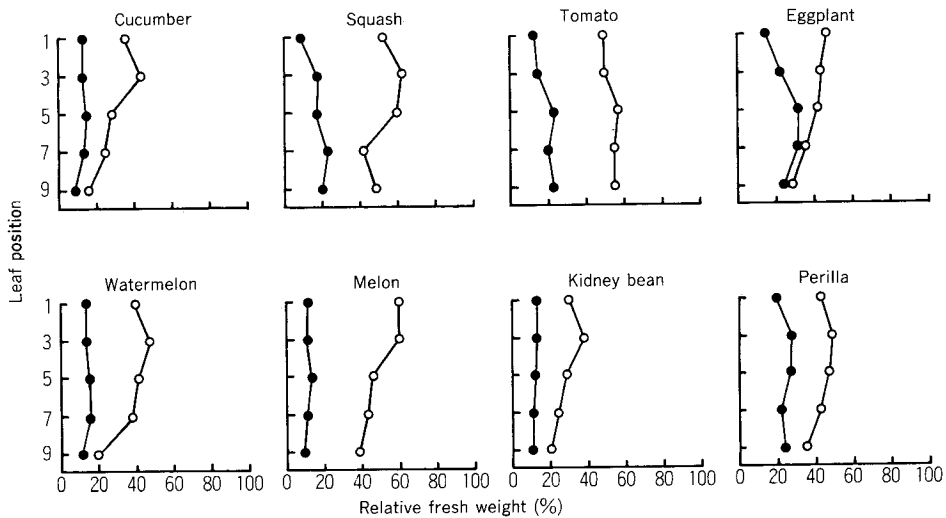


Fig. 3. Relative fresh weight of detached leaves of different leaf position 24 hours after 3-day rainfall treatment (Experiment in July).

無処理葉ではキュウリ、インゲンマメで30%, 他の植物では40-50%まで乾燥したが, 降雨処理葉ではキュウリ, カボチャ, スイカ, メロン, インゲンマメで10~20%にまで減少した。しかしナスでは他の作物葉よりも乾燥速度が遅く, 6時間後で53%, 24時間後25%であったが, 降雨処理葉と無処理葉との差が少ない傾向がみられた。

葉位別乾燥程度: 前述の8種の作物の展開葉について, 若い方(上位葉)から下方9枚までの葉位について, 3日間の降雨処理後24時間目の葉位別乾燥程度の違いを比較検討した(Fig. 3)。降雨処理区の切断葉は各葉位とも無処理区よりも乾燥程度が大きい傾向がみられた。キュウリ, スイカ, メロン, インゲンマメでは, 乾燥程度の葉位別の差は少ないが, カボチャ, トマト, ナスでは上位の若い葉ほど, 降雨後の乾燥が下位葉よりも早くなる傾向がみられた。無処理葉ではトマトを除いて, 各作物とも若い葉は下位葉よりも乾燥が遅い傾向があった。またキュウリ, カボチャ, ナス, スイカ, メロン, インゲンマメでは下位葉で降雨処理と無処理の葉の乾燥程度の差が少ない傾向があった。

## (2) 5日間降雨処理

7~9月にガラス室で鉢植したキュウリ, カボチャ, トマト, ナスの4種の作物を5日間

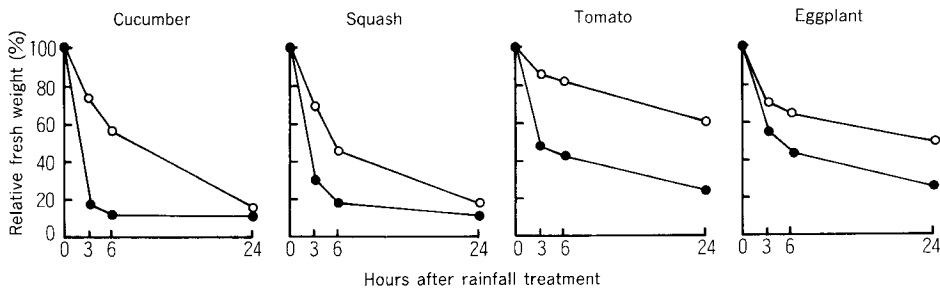


Fig. 4. Time course of relative fresh weight of detached leaves after 5-day rainfall treatment (Experiment in September).

Values are presented as the means of 6 leaves from the top (1st) down to the 6th.

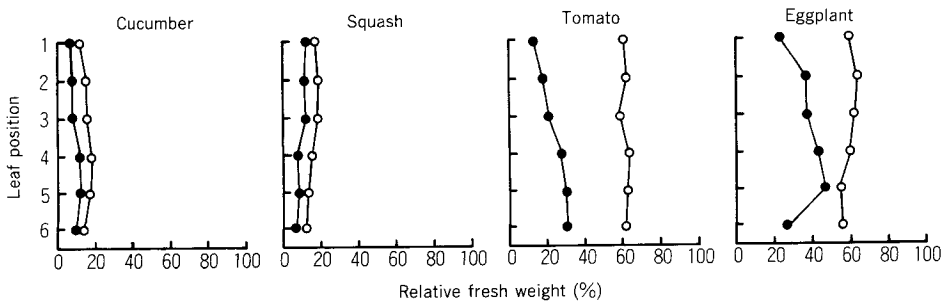


Fig. 5. Relative fresh weight of detached leaves of different leaf position 24 hours after 5-day rainfall treatment (Experiment in September).

降雨処理した後、展開した葉の上位から下位の6葉の葉身を切断し、その後の切葉の乾燥程度を検討した。

乾燥程度の全葉平均： 4種の作物の1～6葉の乾燥程度の平均値について検討した結果、5日間の降雨処理は3日間処理よりも乾燥が早い傾向がみられた (Fig. 4)。特にキュウリ、カボチャでは切断直後の乾燥が著しく、6時間後それぞれ最初の生体重の11%、18%の値まで減少し、24時間後とほとんど変わらない値であった。

葉位別乾燥程度： 上位葉 (第1葉) から下位葉 (第6葉) について、切断後24時間目の乾燥程度を検討した結果、各葉位とも無処理葉よりも降雨処理葉の方が早く乾燥する傾向がみられた。特にトマト、ナスではその差が大きく、降雨処理の上位葉では下位葉よりも乾燥程度が著しかった。しかしキュウリ、カボチャでは降雨、無処理とも同じ程度に乾燥し、上位葉、下位葉の差異も少なかった (Fig. 5)。

### 3. 冬季栽培植物の切断葉の乾燥

#### (1) 3日間降雨処理

10～12月にガラス温室で鉢植したタイサイ、ヒロシマナ、ハウレンソウ、キャベツの4種

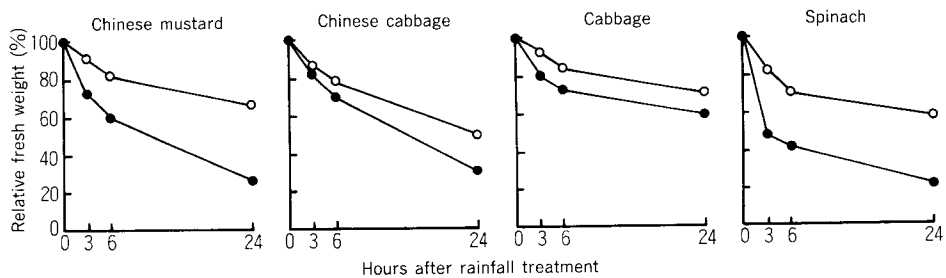


Fig. 6. Time course of relative fresh weight of detached leaves after 3-day rainfall treatment (Experiment in November).

Values are presented as the means of 6 leaves from the top (1st) down to the 6th.

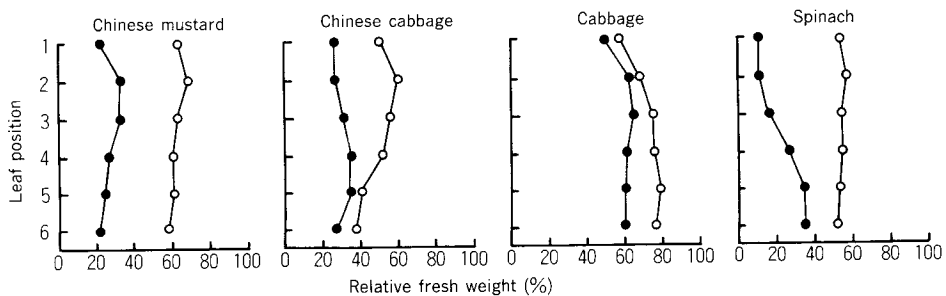


Fig. 7. Relative fresh weight of detached leaves of different leaf position 24 hours after 3-day rainfall treatment (Experiment in November).

の作物を3日間降雨処理した後、展開した葉の上位から下位の6葉までの葉身を切断し、それらの切葉の乾燥程度と無処理葉の場合とを比較した。

乾燥程度の全葉平均： 降雨処理した場合と無処理の場合の3, 6, 24時間ごとの乾燥程度を各作物の1～6葉の全葉の平均値について比較検討した (Fig. 6)。

各作物とも降雨処理葉が無処理葉よりも乾燥が早い傾向がみられた。タイサイ、ハウレンソウではその差が大きく、ヒロシマナ、キャベツでは少ない傾向があった。特にハウレンソウでは降雨処理後の乾燥の程度が著しく、6時間後で最初の生体重の40%、24時間後では約10%まで減少した。しかしキャベツのような濡れにくい葉では24時間でも無処理葉73%、降雨処理葉で60%までしか生体重が減少しなかった。

以上のように冬季実験した葉菜類でも、降雨処理により切葉は早く乾燥する傾向がみられたが、夏季に実験した夏作物と比較して乾燥が遅い傾向がみられた。

葉位別乾燥程度： 上述の6種の作物の展開した若い葉から下位の第6葉について、3日間の降雨処理後24時間目の葉位別乾燥程度の違いを検討した (Fig. 7)。降雨処理した場合、各作物、各葉位とも無処理より乾燥速度が大きい値を示した。特にタイサイ、ヒロシマナ、ハウレンソウにおいて大きな差がみられた。ヒロシマナ、ハウレンソウでは上位葉で無処理と差が大きく、下位葉で差が少なくなる傾向がみられた。逆にキャベツの上位葉では差が少なくなる傾向がみられた。

## (2) 5日間降雨処理

1～3月にガラス温室で鉢植したタイサイ、ヒロシマナ、キャベツ、ハウレンソウ、ダイコン、シュンギク、ニラ、ネギの8種の作物を使用した。5日間降雨処理した後、展開した葉の上位から下位の9葉 (ニラ、ネギでは6葉) までを切断し、これらの切葉と無処理植物の切葉の乾燥程度を比較検討した。

乾燥程度の全葉平均： 降雨処理した場合、前述のタイサイ、ヒロシマナ、ハウレンソウ、キャベツの4種の3日間処理よりも早く乾燥した。また本実験で新しく使用した他の作物でも降雨処理により著しく乾燥速度が大きくなる傾向がみられた。特にタイサイ、ヒロシマナ、ハウレンソウ、ダイコン、シュンギクで乾燥速度が大きく、キャベツ、ニラ、ネギでは遅く、無処理葉との差が少ない傾向があった (Fig. 8)。

葉位別乾燥程度： 8種の作物すべての葉位で降雨処理葉では無処理葉よりも乾燥速度が大きい傾向があったが、作物種、葉位により若干の差異がみられた (Fig. 9)。一般に無処理葉では、上位葉、中位葉よりも下位葉で乾燥速度が大きい傾向がみられた。降雨処理葉ではタイサイ、ハウレンソウ、ダイコン、シュンギクのように上位葉と下位葉と乾燥速度に差が少ないものとキャベツ、ニラ、ネギのように中位葉の活動の盛んな葉で上位葉、下位葉よりも乾燥速度が遅いものがみられた。

以上の結果から、前報 (木村 1984) で報告したインゲンマメの実験と同じく、種々の植物でも、雨に濡れた葉は水分減少程度 (乾燥速度) が著しく大きくなることが明らかになった。またこの乾燥速度は植物の種類、葉齢によって異なっているが、一般に展開直後の上位葉または下位葉では中位葉よりも乾燥が早くなる傾向がみられた。

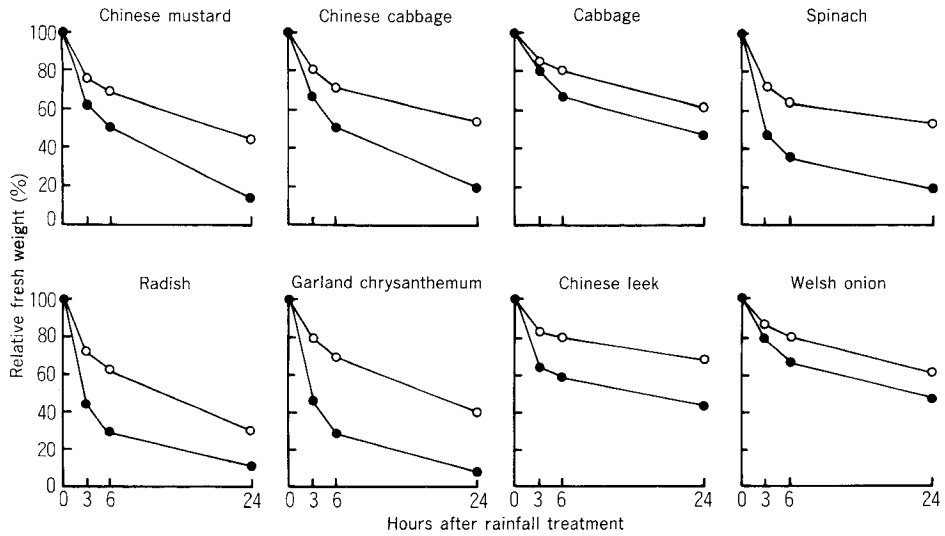


Fig. 8. Time course of relative fresh weight of detached leaves after 5-day rainfall treatment (Experiment in March).  
Values are presented as the means of 9 leaves from the top (1st) down to the 9th.

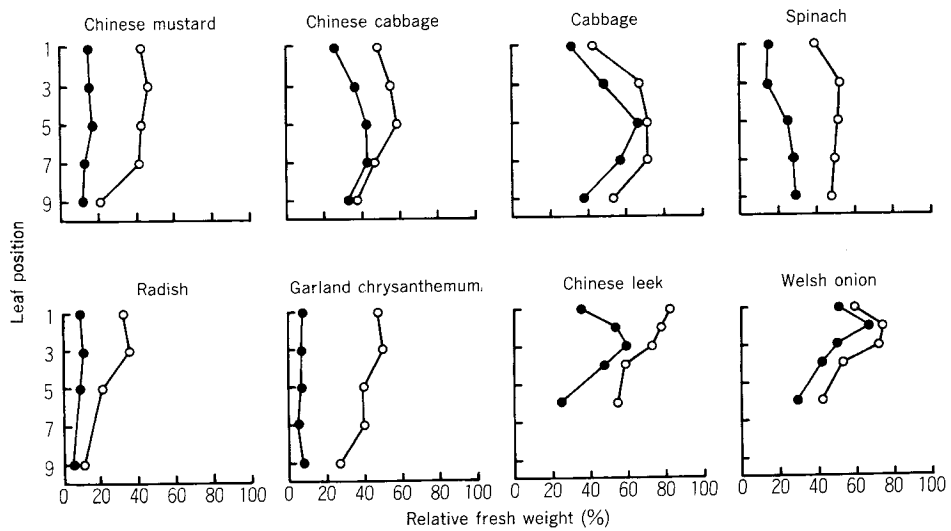


Fig. 9. Relative fresh weight of detached leaves of different leaf position 24 hours after 5-day rainfall treatment (Experiment in March).



降雨によって葉面ワックスが減少することがいくつかの植物で知られている。(Baker ら 1986, Mayeux ら 1987, 木村 1990)。これらのワックスの減少のメカニズムは雨滴の接触による物理的侵食(エピクチクラワックスの破碎)、濡れによる化学的侵食の影響であると考えられている。木村(1990)は、キャベツ、オオムギなどの葉は葉面ワックス量が多く、濡れにくく、キュウリ、ナス、インゲンマメなどの葉では葉面ワックス量が少なく、濡れやすいことを報告した。同じ植物でも展開直後の若い葉や葉齢の進んだ成熟葉では濡れやすいが、活動の盛んな葉では濡れにくいことを明らかにした。また3日間の降雨処理でキャベツ、ホウレンソウ、タイサイ、ナス、インゲンマメなどの葉面ワックス量が30~40%減少することを報告した。さらに雨後、葉の蒸散量が著しく増大することを報告した(木村 1984)。これらのことから、雨を受けた葉の乾燥速度が大きくなっている原因は、雨濡れによって葉面のワックス層、クチクラ層が障害を受け、水の排出が容易になっていることによると考えられ、また植物種、葉位による差異は濡れ方の違いによると考えられる。これらの詳細については今後さらに検討される必要がある。

本実験の結果は長雨、多雨障害あるいは雨よけ栽培などに関連して、新しい観点からの基礎的資料を与え、興味ある問題を提起していると考えられる。

## 摘 要

16種の植物を使って、降雨を受けた植物から切り離された葉の乾燥促進現象について、検討した。

1) 16種すべての植物において、雨を受けた植物から切り離した葉は、雨を受けない切葉よりも乾燥速度が大きくなった。この雨後の切葉の乾燥の程度は植物種により差がみられるが、降雨期間が長くなるとともに大きくなり、一般に3日以上降雨で切葉の乾燥の促進が著しくなる傾向がみられた。

2) 夏季の実験では、キュウリ、カボチャ、トマト、スイカ、メロン、インゲンマメで雨後の切葉の乾燥程度が早く、無処理葉との差が大きいが、ナス、シソではいくらか遅く、その差が少ない傾向がみられた。冬季の実験ではシュンギク、ダイコン、ホウレンソウ、タイサイ、ヒロシマナで降雨後の切葉の乾燥速度が早い、キャベツ、ネギ、ニラでは乾燥速度が遅く、無処理葉との差が小さい傾向がみられた。

3) 葉位別乾燥程度は植物種によって多少異なるが、一般に展開直後の若い葉、または葉齢の進んだ成熟葉は、活動の盛んな葉よりも雨濡れによる乾燥速度が大きくなる傾向がみられた。

キーワード： 降雨、葉、乾燥、そ菜類

## 引用文献

- Baker, E. A. and Hunt, G. M. 1986. Erosion of waxes from leaf surfaces by simulated rain. *New Phytol.* 102: 161-173.
- 木村和義・田中丸重美, 1980, 雨と植物反応に関する研究 (I) 乾物生産に対する降雨の影響, *農業気象* 36: 189-195.
- 木村和義・田中丸重美, 1982, 雨と植物反応に関する研究 (III) 雨中における気孔の状態, *農業気象* 38: 239-243.
- 木村和義・田中丸重美・有吉美智代, 1982, 雨と植物反応に関する研究 (IV) 葉の伸長に対する降雨の影響, *農業気象* 38: 295-301.
- 木村和義・有吉美智代, 1983, 雨と植物反応に関する研究 (V) 長時間降雨処理による植物体の状態変化, *農業気象* 38: 371-378.
- 木村和義, 1984, 雨と植物反応に関する研究 (VI) 降雨後の萎凋現象, *農業気象* 39: 271-279.
- 木村和義, 1984, 雨と植物反応に関する研究 (VII) 降雨処理後の葉の障害と生長阻害, *農業気象* 40: 133-139.
- 木村和義, 1986, 雨と植物反応に関する研究 (VIII) インゲンマメの生長に対する降雨, 浸水, 冠水処理の影響, *農業気象* 41: 345-350.
- 木村和義, 1987, 雨と植物反応に関する研究 (IX) インゲンマメの生長に対する降雨の期間と強度の影響, *農業気象* 42: 319-327.
- 木村和義, 1990, 葉の雨濡れと葉面ワックス, *中国・四国の農業気象* 3: 19-22.
- Mayeux, H. S., Jr. and Jordan, W. R. 1987. Rainfall removes epicuticular waxes from *Isocoma* leaves. *Bot. Gaz.* 148: 420-425.