

青果物の収穫後の蒸散作用に関する研究

第I報 数種のそ菜の蒸散量

加藤 千明・石山 玲子・北村 利夫・福島 忠昭

山形大学農学部青果保蔵学研究室

(昭和57年9月1日受理)

Studies on Transpiration in Postharvest Life of Vegetables and
Fruits. I. Water loss in Some Vegetables

Chiaki KATO, Reiko ISHIYAMA, Toshio KITAMURA
and Tadaaki FUKUSHIMA

Laboratory of Postharvest Horticulture, Faculty of Agriculture,
Yamagata University Tsuruoka, Yamagata 997, Japan

(Received September 1, 1982)

緒 言

収穫後青果物の水分が蒸散により失われると、全体として光沢や張りがなくなり、新鮮さが著しくそこなわれる。一方消費者が青果物を購入する際、どのような点に注意して品物を選んでいるかを調べた結果では、全ての調査品目にわたり“新鮮さ”に最も高いウエートがおかれており、“値段の安さ”、“味のよさ”等は二の次に考えられているように思われる¹⁾。このように消費者のニーズが価格から鮮度に移行し、鮮度保持技術の開発が多角的に進行しているにもかかわらず、鮮度に直接影響する蒸散作用そのものに関する基礎的研究は著しく少ない¹⁾²⁾³⁾。

本研究では、数種のそ菜を用いて市場販売時における蒸散量を測定し、任意の温湿度条件のもとでの蒸散量を推定する目安図を作成した。さらに、今後の蒸散生理を研究するにあたって留意すべき点、問題点についていくらかの考察を試みた。

なお本研究をまとめるにあたり、いろいろ御指導を賜った当学部羽根田栄四郎教授、斎藤 隆教授ならびに今西 茂助教授に厚く感謝の意を表する。

材料および方法

実験材料にはイチゴ(盛岡18号)、トマト(旭光)、ナス(千両2号)、キュウリ(王金女神2号ならびに夏秋)、ピーマン(エース)、オクラ(東京五角)、ヤングコーン(エルバー)の果菜類、アスパラガス(メリーワシントン)、ニラ(グリーンベルトならびにタイリョウ)、ハウレンソウ(ニュー・キング・オブ・デンマーク)、ダイコン葉(時無)、シュンギク(中葉)、パセリ(パラマウント)の葉茎菜類、ジャガイモ(メークトゥーン)、タマネギ(泉州)、ニンジン(5寸系)、ダイコン(時無)の鱗茎・根菜類、およびサヤエンドウ(30日絹莢)、サヤインゲン(サツキミドリ)、ソラマメ(一寸系)の豆類を用いた。これらの材料はダイコンを除いてすべて市場より購入し、そのうちのいくつかの品目を用いて以下の実験に供試した。なお、ダイコンは学内圃場で育成・収穫したものをを用いた。

1) 個体による重量減少率のばらつき

イチゴ、ナス、キュウリ、ピーマン、ヤングコーン、アスパラガス、シュンギク、ニンジン、サヤエンドウ、およびソラマメを室温に約1時間放置後重量減少率を測定し、平均値、標準偏差、ひずみ度、とがり度を求めた。

2) 風速と重量減少率との関係

ニンジンを20℃、15℃および10℃の恒温室内に、①そのまま放置したもの、②高さ17.5cm、口径20cmのデシケーター中にふたをせず置いたもの、③同じ大きさのデシケーター中に置き上部をガーゼで被覆したものの3処理区を設け、24時間後の重量減少率を求め、併せて風速を熱線風速計で測定して両者の関係を調べた。

3) 蒸気圧差と重量減少率との関係

供試全品目をを用い、デシケーターの底に種々の飽和溶液を入れ、その上に調査個体を置いて密閉し、20℃下に12～24時間おいて重量減少率を求めた。用いた飽和溶液とその溶液上の密閉気中の湿度及び蒸気圧差は第1表のとおりである。また同時に20℃、15℃、10℃、

第1表 飽和溶液上の密閉空間の湿度

飽 和 溶 液	20℃での湿度	蒸 気 圧 差
	%	mmHg
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	97.5	0.44
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	95.0	0.88
KHSO_4	90.0	1.75
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	86.0	2.45
NaCl	83.0	2.98
NaNO_2	78.0	3.86

5℃および0℃の恒温室内のデシケーター中に調査個体を置き、上部をガーゼで被覆して24時間後重量減少率を調べた。その際乾湿計を用いて各恒温室内の湿度を測定し、温度と湿度より蒸気圧差を求めた。これらの結果から蒸気圧差と重量減少率との関係を調べた。

4) 重量減少率の時間的变化

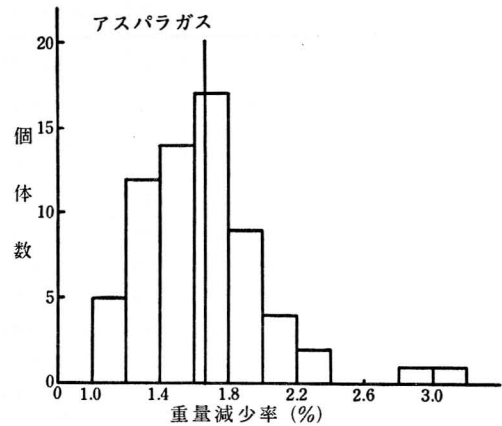
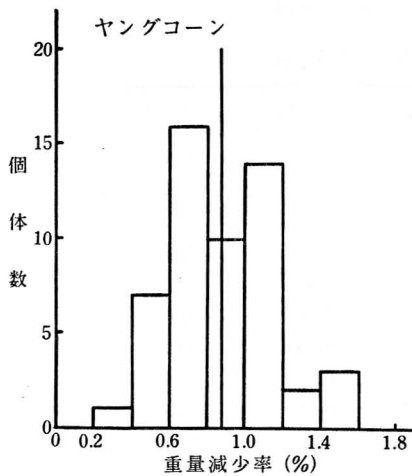
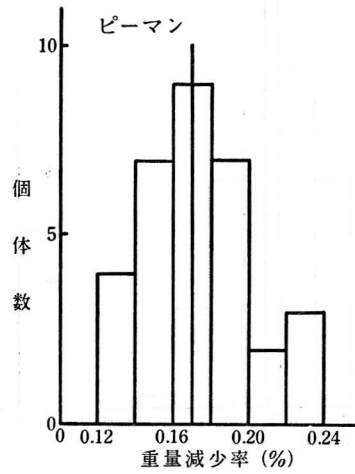
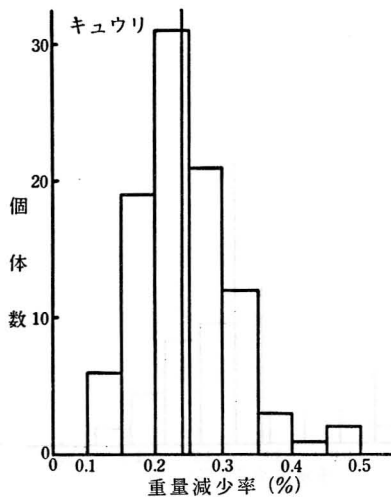
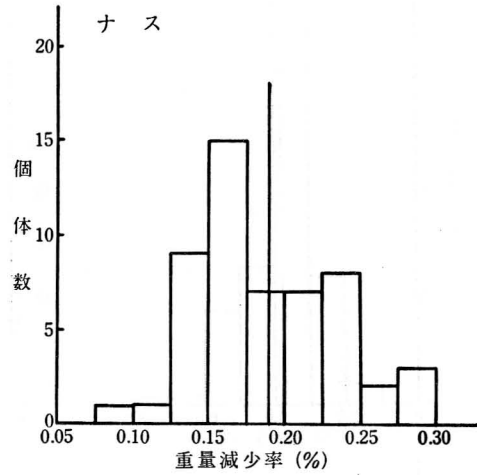
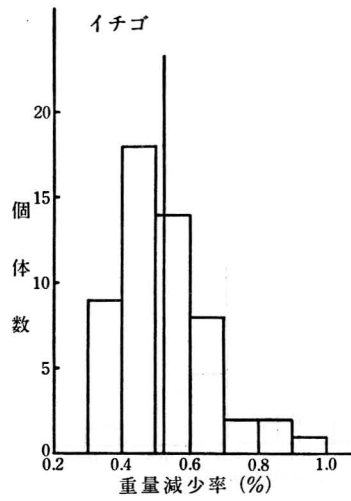
ジャガイモ、タマネギおよびキュウリを20℃、15℃、10℃、5℃および0℃の各室に放置し、24時間おきにジャガイモとタマネギでは10日間、キュウリでは5日間にわたり重量減少率を測定した。

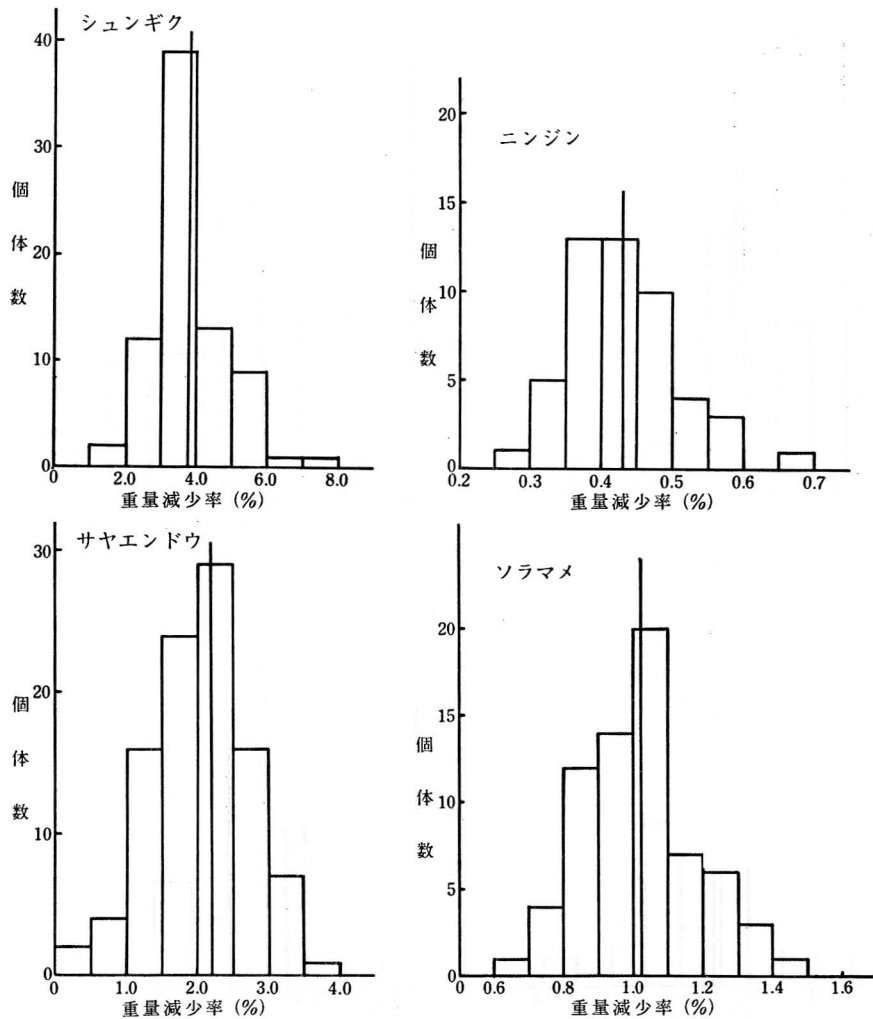
結果および考察

1) 個体による重量減少率のばらつき

各品目の重量減少率の分布は第1図、それぞれの平均値、標準偏差、ひずみ度およびとがり度は第2表のとおりである。

重量減少率の平均値は調査時点における室内の温湿度が日により異なるためあまり参考とはならないが、それでも葉菜類および豆類の重量減少率の大きいことがうかがわれる。また、第1図より、個体間のばらつきの程度をみると、サヤエンドウのように正規分布に





第1図 重量減少率の個体によるばらつき

第2表 数種そ菜の重量減少率の分布特性

	平均値	標準偏差	ひずみ度	とがり度
イチゴ	0.52	0.14	0.97	3.87
ナス	0.19	0.05	0.39	2.51
キュウリ	0.24	0.07	0.80	4.04
ピーマン	0.17	0.03	0.37	2.47
ヤングコーン	0.88	0.28	0.33	2.66
アスパラガス	1.65	0.38	1.37	6.24
シュンギク	3.79	1.07	0.75	4.10
ニンジン	0.43	0.08	0.63	3.41
サヤエンドウ	2.19	0.73	-0.11	2.88
ソラマメ	1.02	0.16	0.33	2.91

※ヤングコーンは1日当りの重量減少率で示した。

近い分布を示すものと、逆にヤングコーン、ナスのようにばらつきの大きい分布を示すものがあつた。さらに、この図に平均値を通る垂線を引くと、多くの品目はこの垂線に対する左右の分布が非対称であり、ひずみ度をみるとアスパラガスが最も大きく、次いで、イチゴ、キュウリ、シュンギクの順に右にひずんでいた。また、これらの品目はとがり度も大きかった。このような特性を示す理由としては、重量減少率の少ない大部分の個体と重量減少率の著しい少数個体が混在していることがあげられる。収穫後の作物の蒸散量の個体変異は組織構造等の差異によるものと、何らかの物理的傷害に由来するものとが考えられ、これらそ菜の重量減少率分布図の右側の長い裾、すなわち、減少率の大きい少数個体はおそらく物理的傷害を受けた個体と思われる。このことを逆説的に考えれば、アスパラガス、イチゴ、シュンギク、キュウリは傷害により著しく蒸散量が増加することを意味しているかも知れない。これに対して、サヤエンドウはひずみ度、とがり度が正規分布の示すそれぞれの値である0, 3に最も近かった。これら重量減少率の分布図と各作物の蒸散特性の関係については、今後更に検討する予定である。

2) 風速と重量減少率との関係

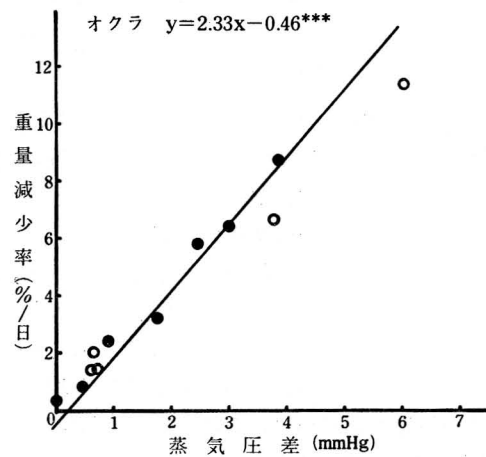
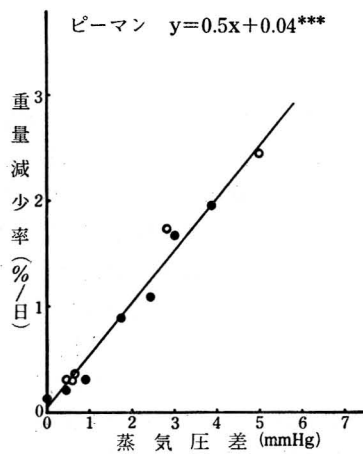
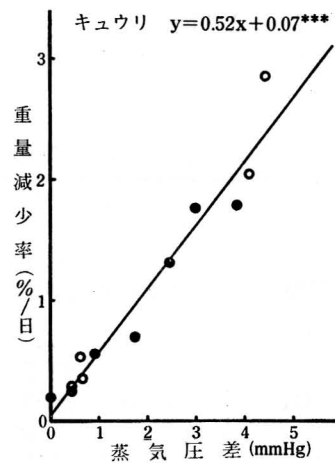
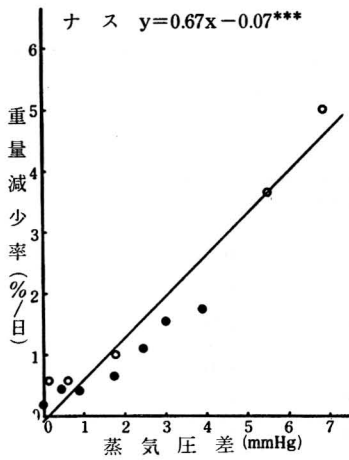
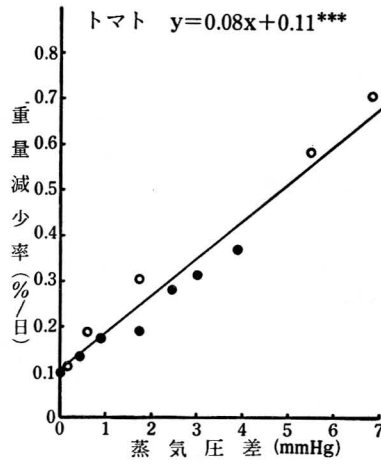
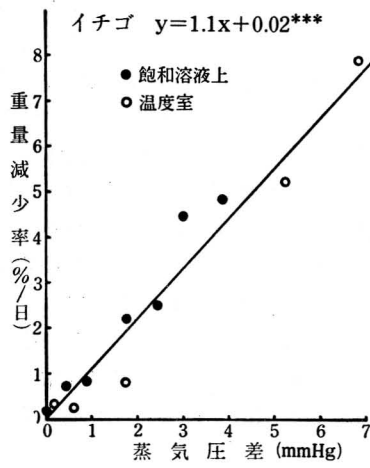
ニンジンの重量減少率を室内放置区、デシケーター内放置区、ガーゼで上部被覆区で調べ、その時の各処理区のニンジンの表層付近の風速を測定した結果は第3表のとおりであ

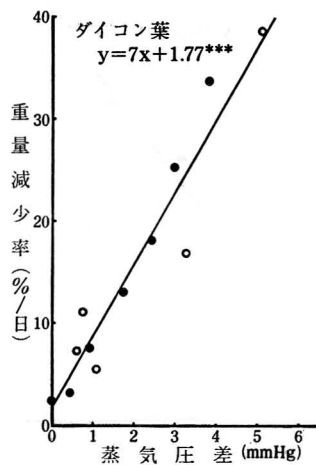
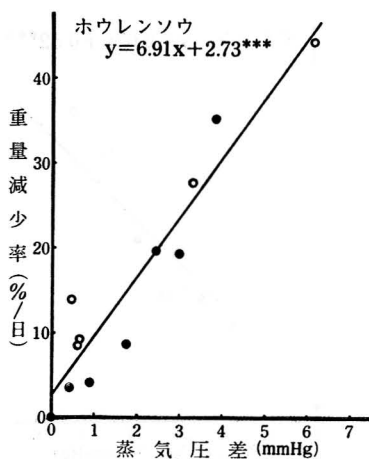
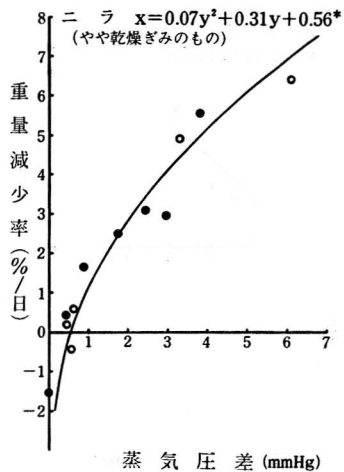
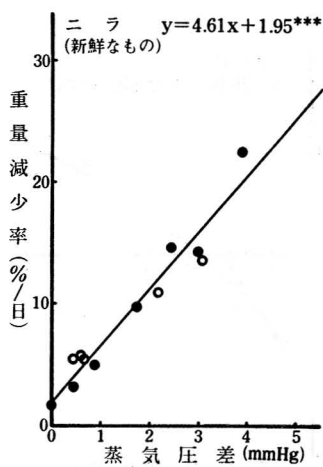
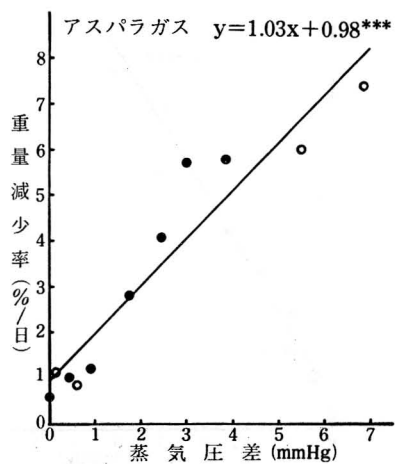
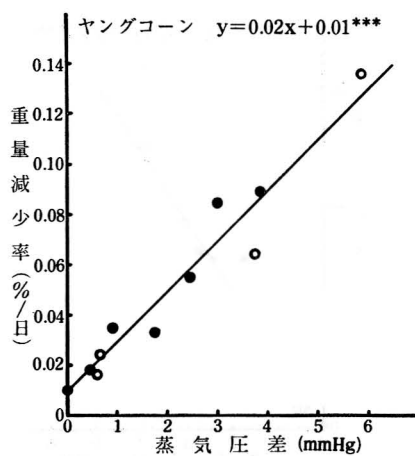
第3表 ニンジンの重量減少率と風速との関係

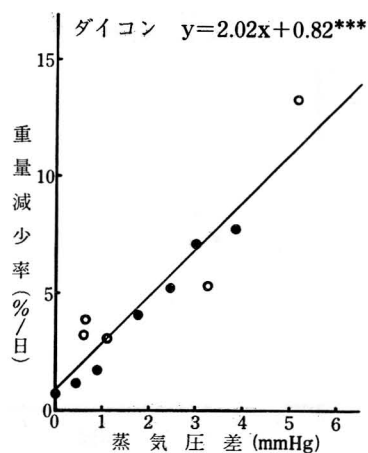
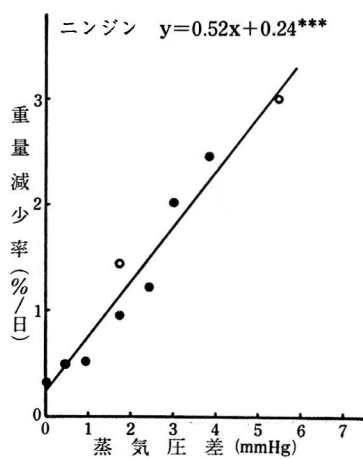
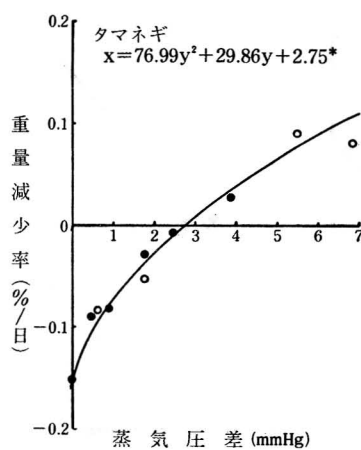
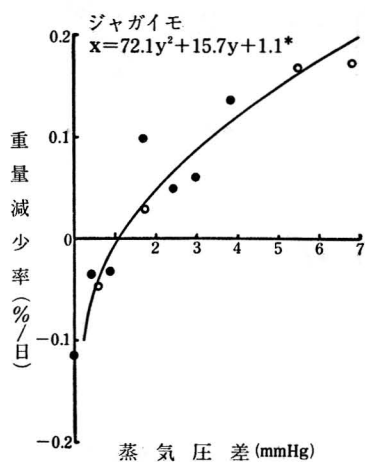
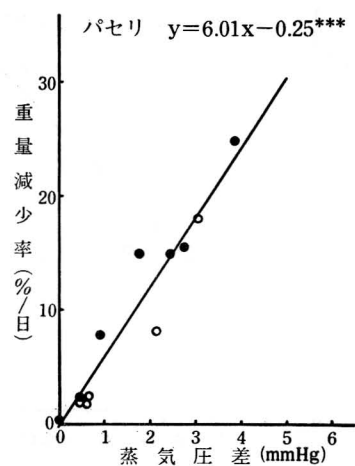
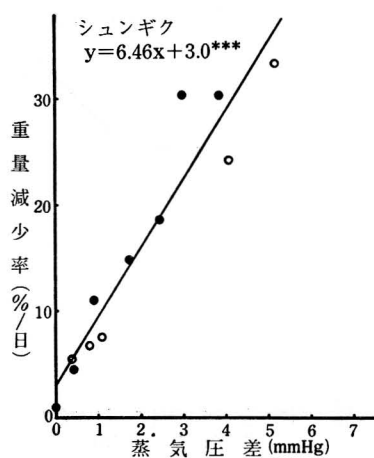
温 度	処 理 区	重量減少	風 速
			m/sec
20℃	ガ ー ゼ 被 覆	1	0.15
	デシケーター内放置	4.125	0.33
	放 置	8.895	1.20
15℃	ガ ー ゼ 被 覆	1	0.10
	デシケーター内放置	6.049	0.25
	放 置	6.881	0.48
10℃	ガ ー ゼ 被 覆	1	0.10
	デシケーター内放置	2.475	0.26
	放 置	2.836	1.10

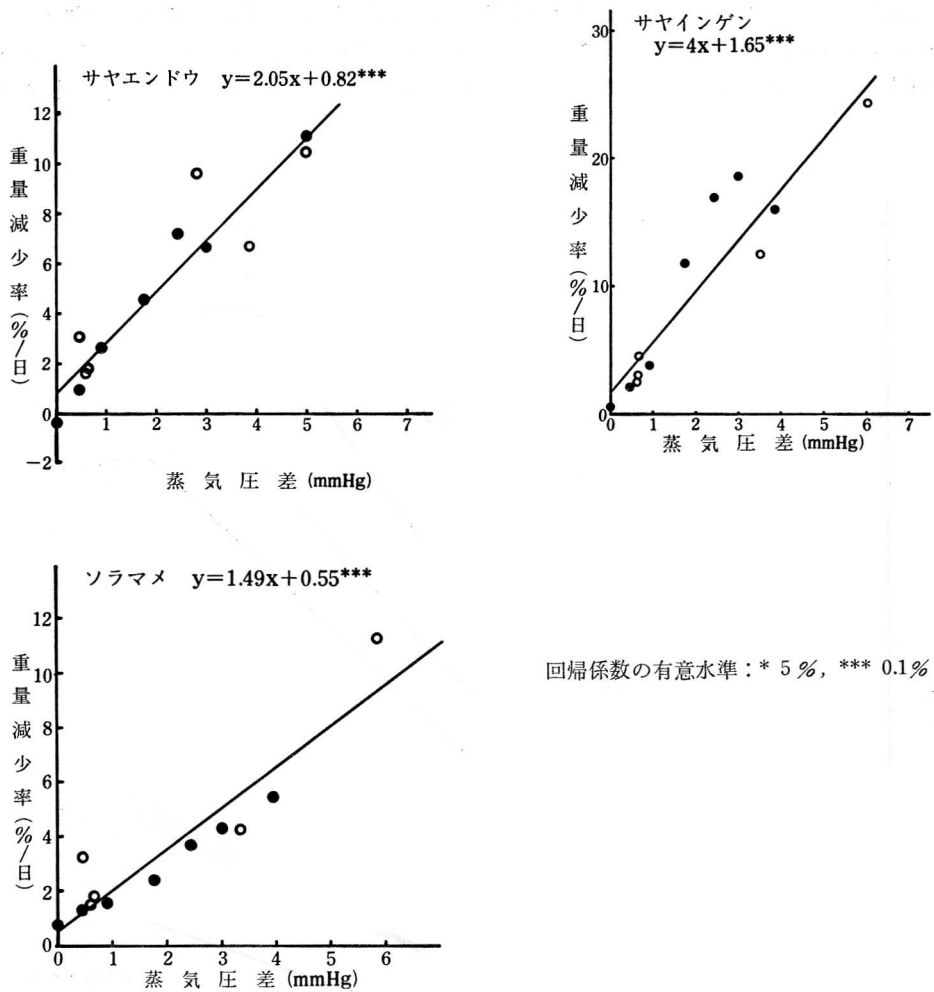
(ガーゼ被覆区の重量減少率を1としてその比で表示)

る。どの温度区においても放置区の重量減少率が最も大きく、次いでデシケーター内放置区の順で、ガーゼ被覆区が最も少ない重量減少率を示した。一方、風速も放置区で最も高い値を示し、ついで、デシケーター内放置区で、ガーゼ被覆区は0.15m/sec以内の低い値を示した。また本実験で用いた恒温室は構造上の違いから風速が異なり、15℃室の最大風速は0.48m/secで最も低い値を示した。しかし、このような0.5m/sec以下の微風でも同温度のガーゼ被覆区より6倍も多い蒸散量を示した。樽谷氏³⁾は青果物の蒸散量に及ぼす風速の影響は以外に少ないと報告している。一方、伊庭氏¹⁾はミカンでは風速が直接減量歩合に与える影響は少ないが、キャベツでは風速が速いと減量歩合は高くなるとし、青果物により風速の影響が異なることを示唆している。本実験ではニンジンでは微風で重量減少率が著しく増大することを示したが、今後、更に他の青果物を用いて、風速と重量減少率と









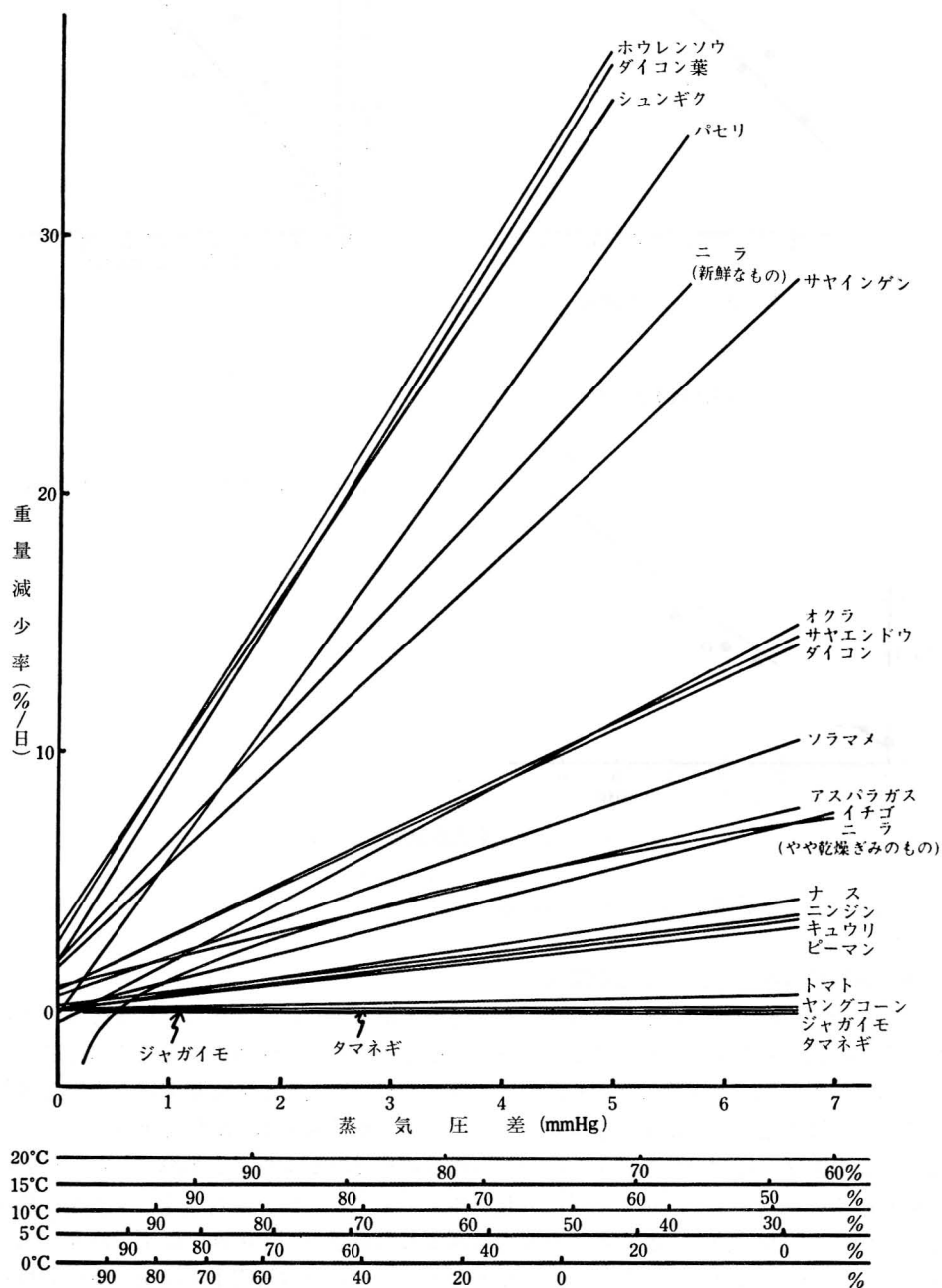
第2図 重量減少率と蒸気圧差との関係

の関係を検討する必要があると考えられる。

3) 蒸気圧差と重量減少率との関係

温度と湿度がわかれば、それに対応する蒸気圧差が求められる。従って蒸気圧差と重量減少率の関係を明らかにしておけば、任意の温湿度下における作物の重量減少率を求めることが可能である。本実験では20℃において種々の蒸気圧差を示す飽和溶液の入った密閉容器内での調査品目の重量減少率を求めて蒸気圧差と重量減少率の関係を調べ、さらに、この両者の関係が任意の温湿度下で測定した場合にも通用するかどうか検討した。なお、恒温室内で重量減少率を測定する際、調査個体をデシケーター中に入れて、ガーゼで被覆した理由は、飽和溶液を入れた密閉容器内で測定した風速が 0.1m/sec 以下であり、先に記したように、これと似た条件下で測定するためには、ガーゼ被覆下で測定するのが最も良いと思われたからである。各種青果物の重量減少率と蒸気圧差との関係は第2図のとお

りである。すなわち、多くの青果物で重量減少率と蒸気圧差との間に直線的比例関係が認められ、飽和溶液上で測定した各プロットと恒温室内で測定した各プロットともほぼ同一直線上にのる傾向を示した。しかし、なかにはジャガイモやタマネギのように蒸気圧差0

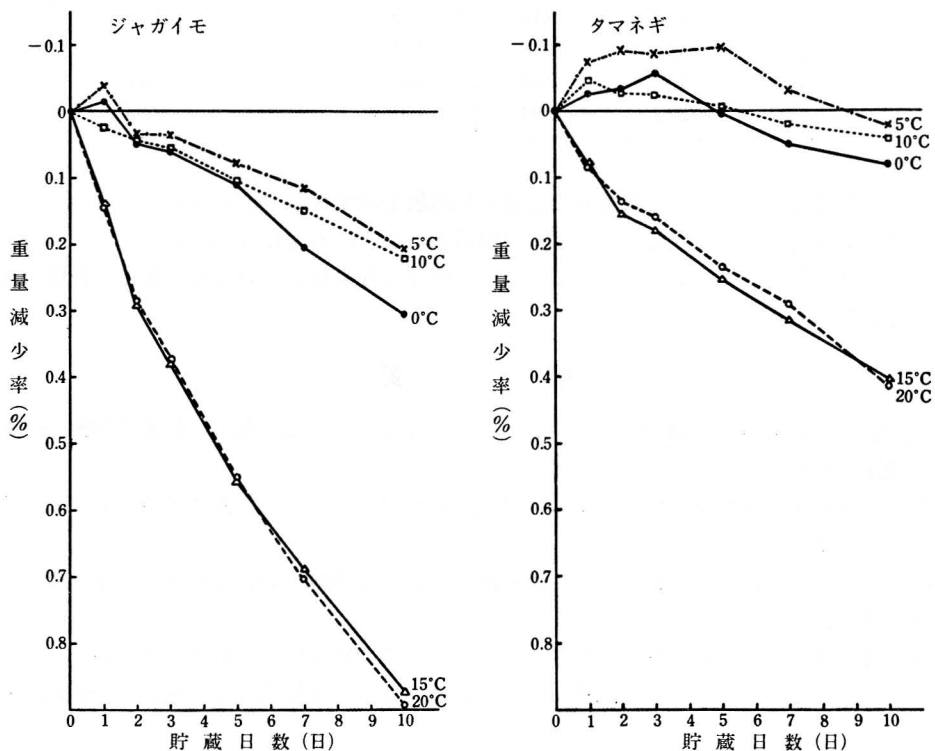


第3図 任意の温湿度における数種野菜の蒸散量

付近では重量が増加し、蒸気圧差が大きくなるにつれて重量減少率が小さくなり、両者の関係が曲線を示すものもあった。ニラは新鮮なものと、やや乾燥ぎみのものの重量減少率を調べたが、やや乾燥ぎみのニラはジャガイモ型となり、蒸気圧差が大きくなると重量減少率は小さくなった。この際用いた材料は品種が異なっていたが、外観から判断してむしろその時の鮮度の影響がこのような違いをもたらしたのではないかと考えられる。第 2 図で個々のそ菜について示した回帰線を同一グラフ上に示し、併せて、0℃、5℃、10℃、15℃、および20℃下での湿度との関係をみたのが第 3 図である。すなわち、本実験で測定したそ菜の中では、ホウレンソウの重量減少率が最も多く、ついでダイコン葉、シュンギク、パセリ等の葉菜類、サヤインゲン、サヤエンドウ、ソラマメ等の豆類、ダイコン、ニンジン等の根菜類、ナス、ピーマン等の果菜類の順となり、ジャガイモ、タマネギの重量減少率が最も小さかった。この図は今後任意の温湿度下で、これらそ菜の蒸散量を推定する時、おおよその目安となると考えられる。

4) 重量減少率の時間的变化

第 4 図はジャガイモとタマネギを20℃(平均湿度 71.8%)、15℃(平均湿度 73.9%)、10℃(平均湿度 93%)、5℃(平均湿度 91%)、0℃(平均湿度 85.6%)に10日間放置し、その間の重量減少率の推移を測定したものである。10℃、5℃および0℃は湿度が比較的高く、そ



第 4 図 ジャガイモおよびタマネギの貯蔵中の重量減少率

の結果、貯蔵初期の重量は増加し、その後、徐々に減少した。貯蔵後半で、0℃の重量減少率が5℃、10℃の重量減少率を上回ったのは、0℃が5℃、10℃より湿度が低かったためと考えられる。ほぼ同じ温湿度下でありながら最初は組織が水を取込み、後になると吐き出すということはその間組織に何らかの変化があったものと考えられ、今後、これらのそ菜で高湿が体内生理に及ぼす影響を調べる必要があろう。一方、15℃および20℃では貯蔵当初から重量が減少した。そこで10日後の重量を調べると高温と低温との重量減少率に著しい違いが認められた。樽谷氏²⁾は青果物の蒸散特性から、低温におくと著しく蒸散量が抑えられるものの中にジャガイモ、タマネギをあげているが、その理由は低温高湿下で、これらそ菜は初め重量が増加することによるものと考えられる。

第4表はキュウリを同様に5日間おき、その間の重量減少率を毎日測定したものである。20℃では最初の重量減少率は大きい、日がたつにつれてその程度が小さくなった。一方、低温では重量減少率は5日間をとおしてほぼ一定か、やや増大した値で推移した。そこで高温・低温間の5日後の重量減少率の差は貯蔵当初ほどの著しい違いを示さな

第4表 キュウリの貯蔵中の重量減少率(%/日)

貯蔵日数	貯 蔵 温 度				
	20℃	15℃	10℃	5℃	0℃
1日	10.94	7.12	1.78	1.86	1.54
2日	7.51	5.15	1.58	1.50	1.57
3日	5.76	4.46	1.53	1.50	2.63
4日	4.81	3.33	1.58	1.47	2.11
5日	3.67	2.94	1.42	1.94	2.03

かった。樽谷氏はキュウリを低温下でも著しい蒸散を示すそ菜の中に含めているが、これも蒸散量が時間とともに変化することに原因があるように考えられる。このように、重量減少率は日がたつにつれ変化するので、今後は個々の青果物についてその変化の特性を把握する必要がある。

摘 要

本実験では青果物の蒸散量に關与する2～3の要因について調査し、最後に20種のそ菜の蒸散量を測定した。結果は以下のとおりである。

(1) そ菜の重量減少率は個体によって異なり、そのばらつきの程度はアスパラガス等で著しく、サヤエンドウで少なかった。

(2) ニンジンで測定した結果では、重量減少率に及ぼす風の影響は微風のときに著しいように思われた。

(3) 蒸気圧差と重量減少率との間には、多くのそ菜で直線的比例関係が認められた。しかし、ジャガイモ、タマネギでは蒸気圧差が大きくなると重量減少率が減少する傾向があった。

(4) 蒸気圧差—重量減少率間の回帰曲線を求め、それらを併せて任意の温湿度における20種のそ菜の蒸散量の比較図を作成した。それによると、葉菜類の蒸散量が最も多く、つ

いでマメ類, 果菜類となり, 鱗茎・根菜類の蒸散量が最も少ないようであった。

(5) 数種のそ菜の蒸散量も時間がたつと変化することが, ジャガイモ, タマネギ, キュウリで確かめられた。

引用文献

- 1) 伊庭慶昭. 1977. ウンシュウミカンの品質管理に関する研究. 学位論文
- 2) 樽谷隆之. 1963. 果実・そ菜の貯蔵. 食品工誌. 第10巻, 第5号: 186-202.
- 3) 樽谷隆之・吉田 智・北川博敏. 1971. 青果物のポリエチレン・冷蔵法に関する研究. 第7報. 青果物の蒸散に及ぼす風および包装の影響. 園学要旨. (昭46秋), 322-323.

Summary

In all horticultural crops water loss after harvest can be a serious economic factor. However, there have been few data in relation to transpiration physiology itself in Japan.

Present studies were made of some factors affecting weight loss in vegetables. Finally the rate of weight loss after harvest were determined in 20 kinds of vegetables.

The rate of weight loss differed in individual materials of products. Its distribution was closed to that of standard normal curve in field peas, in a wide range in young corns, and a higher skewness and peakedness in asparagus, cucumbers, and strawberries, these moments which originated in one mode involving a predominant number of materials with the other mode involving a few materials due to probably mechanical injuries.

Carrots were placed in 3 temperature rooms of 20°C, 15°C, and 10°C (1) directly on floor, (2) on the bottom of a container, and (3) on the bottom of a container covered with gauze. The air velocity on surface of the products showed maximum values in (1), and minimum values in (3) at the all the temperature rooms used. The higher the air velocity value was, the greater the weight loss. Especially, when the velocity increased from 0.0m/sec to 0.5m/sec, the loss was prominent.

The rate of weight loss of 20 kinds of vegetables was determined in a tight container which contained a saturated solution of 7 different inorganic substances, and in a container covered with gauze which was deposited in 5 different temperature rooms, and expressed in vapor pressure deficit (VPD) scale.

In many kinds of vegetables the weight loss increased in proportion to VPD. On the other hand, in potatoes, onions, and wilted vegetables, the loss per mm VPD decreased as the humidity was lowered.

From the loss-VPD curve, a chart was drawn, which showed the loss under a condition of any temperature and relative humidity. Judging from the chart, the

rate of water loss was the highest in green vegetables, ranged to beans, fruit vegetables, and tuber crops, in the order.

However, it was also ascertained using potatoes, onions, and cucumbers that the rate of weight loss changed with lapse of time.