

ホウレンソウやコマツナの葉に発現するオゾン被害の軽減 ～オゾンに強い品種の利用について～

自然環境担当 三輪 誠

1 はじめに

埼玉県は、全国的に見て夏季の光化学オキシダント濃度が高くなりやすく、その主成分であるオゾンによる植物被害が顕在化しています。植物被害は、春から夏に生じる比較的高い濃度のオゾンの影響により、葉に白色斑状や褐色斑状の目に見える被害（可視被害）として発現します。

ホウレンソウやコマツナは、埼玉県の主要な農作物であり、産出額も全国トップクラスです。これらの葉物野菜では、オゾンによる被害が商品価値の高い葉に直接現れるため、生産農家にとって、経済的に極めて深刻な問題となっています。例えば、2008年には、新座市内のホウレンソウを栽培する圃場で総計 50a 以上の大規模な被害が発生して出荷不能となり、生産農家は大きな経済的損失を被りました（図1）。そのため、オゾンによるこうした被害を軽減するための手法を早急に検討し、提案することが求められています。



図1 2008年に新座市内で発生したオゾンによるホウレンソウの被害。葉面の白色斑がオゾンによる可視被害。

一般にはあまり知られていませんが、ホウレンソウやコマツナには、数多くの品種が存在します。また、品種によってオゾン感受性の高低が異なることが知られており、オゾンに強い品種を導入・利用することにより、オゾン被害の軽減につながる可能性があります。そこで、本研究では、ホウレンソウとコマツナのオゾン被害の軽減手法を検討する第一歩として、市場に流通している主な品種に、人工的にオゾンを暴露し、葉に発現する可視被害の程度を調べました。そして、これに基づいて、品種間におけるオゾン感受性の差異を評価し、オゾンに強い品種の選抜を試みました。

また、ホウレンソウやコマツナは、毎年、品種改良により数多くの新品種が作出されます。そのため、オゾンに強い品種の導入には、それらの新品種のオゾン感受性をその都度評価せざるを得ません。オゾン感受性は、現時点ではオゾン暴露試験を実施して評価する以外にありませんが、農業の現場ではそうした試験を行うことは困難です。このため、暴露試験を実施しなくてもある程度オゾン感受性が推測できる指標を見つけ出す必要があります。そこで、本研究では、ホウレンソウとコマツナのオゾン感受性を推測するための指標として、葉の気孔密度や葉色（葉の緑色の濃さ）に着目し、それらと被害の程度との関係も検討しました。

なお、これらの研究は、埼玉県農林総合研究センターと共同で実施しました。

2 オゾンに強い品種の選抜とオゾン感受性を推測する指標

2.1 試験方法

植物材料として、黒ボク土を詰めたプランターで育成したハウレンソウ（24 品種）とコマツナ（24 品種）を用いました。ハウレンソウとコマツナの種子は、1つのプランターに6品種が入るように品種毎に播種し、それらを自然光型温室内で育成しました。各品種6個体となるように間引きし、一定の葉数になるまで温室内で育成した後、プランターを人工光型環境制御ガス暴露チャンバー内に移設しました。

オゾン暴露は、ガス暴露チャンバー内のライト点灯時に、光化学スモッグ注意報発令基準濃度である 120ppb に調整したオゾンを、1日あたり5時間、3日間にわたって導入しました。なお、対照区として、オゾンを暴露しない処理区を設定しました。オゾン暴露が終了した翌々日に、各品種の個体毎に、全葉数と可視被害が発現した葉の数を調査しました。これらのデータに基づいて、被害度^{注1)}を算出しました（日本植物防疫協会, 2014）。

各品種の対照区の個体から葉齢が同程度の葉を5枚選抜し、スンプ法^{注2)}で葉の表面を型取り、1mm²内の気孔の数（気孔密度）を検鏡して測定しました。また、葉色については、葉緑素計「SPAD-502」（コニカミノルタ社製）を用いて、葉のSPAD 値^{注3)}（クロロフィル含量の指標値）を測定しました。

2.2 オゾンに強い品種の選抜

本研究では、ハウレンソウとコマツナについて栽培時期を変えて、ハウレンソウは5回、コマツナは4回のオゾン暴露試験を実施しました。いずれの暴露試験においても、120ppb のオゾンを暴露した処理区では葉に可視被害が発現しました（図2）。これに対して、オゾンを暴露しない対照区では葉に可視被害は発現しませんでした。



図2 120ppb のオゾンを暴露した処理区のハウレンソウ（左）とコマツナ（右）

暴露試験から得られたハウレンソウとコマツナの各品種における被害度より、ハウレンソウとコマツナのいずれにおいても、品種間でオゾンに対する感受性が異なることがわかりました（図3）。これらの結果から、ハウレンソウではクローネ、パスワード7、ミラーージュ、ハンター、ヴィジョンといった品種が、コマツナではみすぎ、よかった菜G、青一郎、八丁、江戸の小町といった品種が、それぞれオゾンに比較的強い品種として選抜できました。

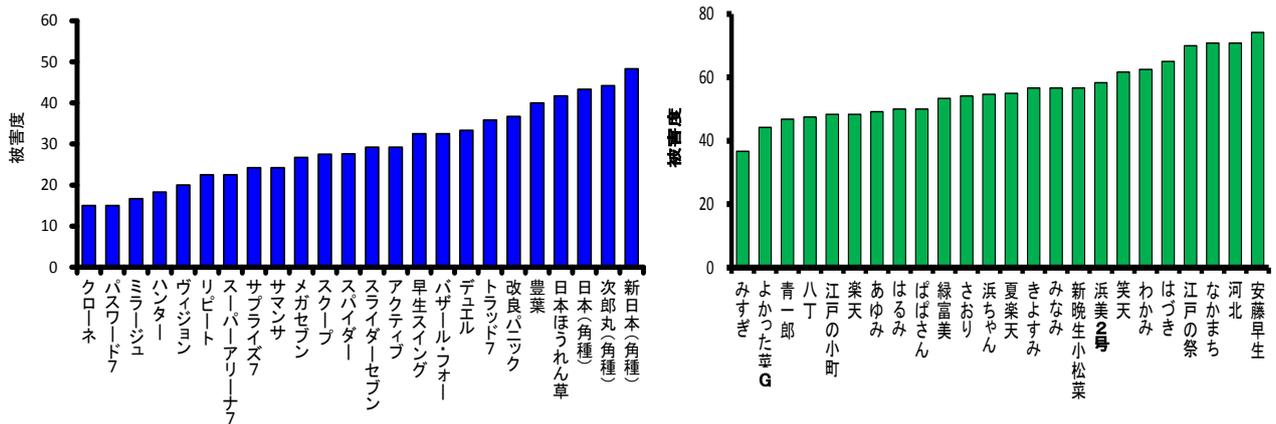


図3 120ppb のオゾン暴露試験で得られたホウレンソウ（左図：5回の平均値）とコマツナ（右図：4回の平均値）の各品種における被害度

2.3 オゾン感受性を推測する指標

ホウレンソウとコマツナのそれぞれにおいて、各品種の被害度と葉の気孔密度との関係を調べました（図4）。その結果、ホウレンソウとコマツナは品種によって葉の気孔密度が異なり、いずれにおいても各品種の被害度と気孔密度との間に正の相関が認められました。このことから、ホウレンソウとコマツナのいずれにおいても、気孔密度が低い品種ほど、オゾンに対する感受性が低く、葉に被害が発現しにくい傾向にあると考えられました。

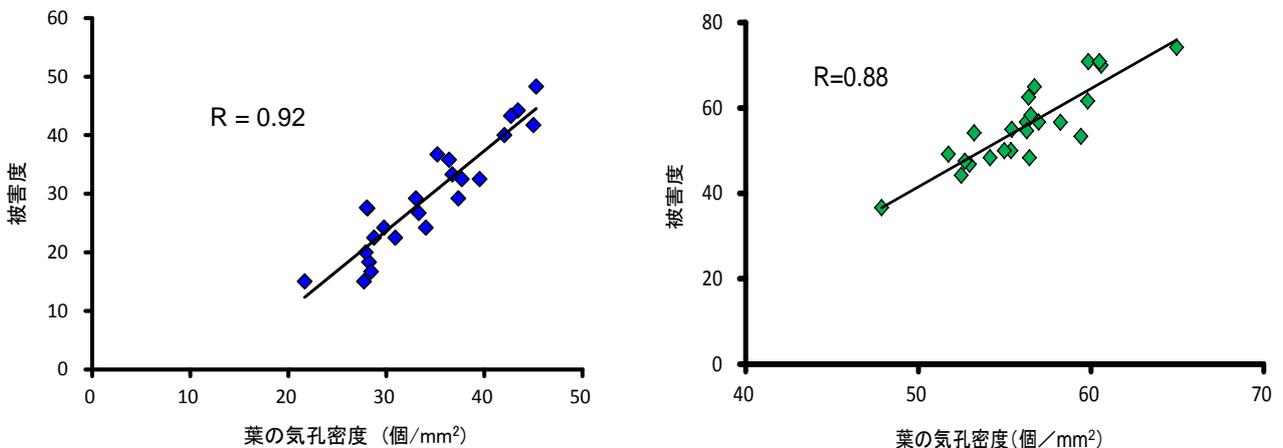


図4 120ppb のオゾン暴露試験で得られたホウレンソウ（左図：5回の平均値）とコマツナ（右図：4回の平均値）の被害度と気孔密度との関係

また、ホウレンソウとコマツナのそれぞれにおいて、3回の暴露試験については、各品種の被害度と葉の SPAD 値との関係も調べました（図5）。その結果、ホウレンソウでは両者間に負の相関が認められたものの、コマツナでは相関は認められませんでした。これらのことから、ホウレンソウでは、SPAD 値が高い品種ほど、オゾンに対する感受性が低く、被害が発現しにくい傾向にあると考えられました。しかしながら、コマツナでは、SPAD 値はオゾン感受性を推測するための指標として用いることは困難であると考えられました。

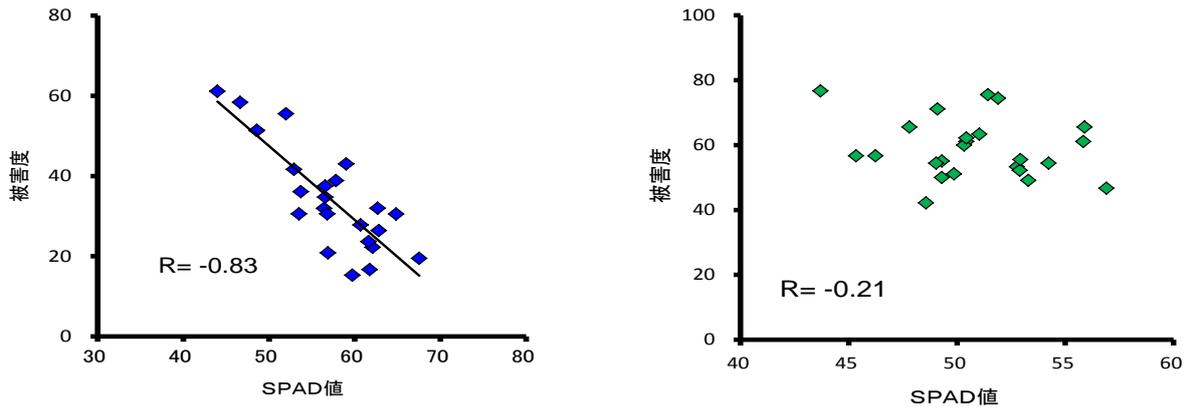


図5 120ppb のオゾン暴露試験で得られたホウレンソウ（左図：3回の平均値）とコマツナ（右図：3回の平均値）の被害度と SPAD 値との関係

2. 4 試験のまとめ

ホウレンソウとコマツナでは、品種によってオゾン感受性が異なり、オゾンに比較的強い品種が選抜できました。また、ホウレンソウでは気孔密度や SPAD 値が、コマツナでは気孔密度が、それぞれの品種のオゾン感受性を推測する指標となることがわかりました。この指標を用いれば、新しい品種について暴露試験を実施しなくても、オゾン感受性の高低をある程度推測することができると考えられました。また、これらの情報を実際の生産現場で活用することにより、ホウレンソウやコマツナで生じているオゾン被害が軽減できるものと期待されます。

3 おわりに

本研究により、市場に流通しているホウレンソウとコマツナの主な品種の中で、オゾンに比較的強い品種を選抜することができました。また、ホウレンソウでは葉の気孔密度や SPAD 値が、コマツナでは葉の気孔密度が、それぞれの品種のオゾン感受性を推測する指標となると考えられました。

埼玉県では、オキシダント濃度の改善に向けた対策を実施していますが、春から夏にかけて観測される比較的高い濃度のオキシダントについては、十分な改善が図られたとは言えないのが実状です。したがって、ホウレンソウやコマツナで実際に生じているオゾン被害を軽減するためには、この比較的高い濃度のオキシダントの改善に向けた取組を進めるとともに、本研究で得られた成果を生産現場に普及し、活用することにより、現状に適應することも必要だと考えられます。

用語解説

注1) **被害度**：被害の程度を表す指標値で、この値が大きいほど葉に発現した被害が大きいことを表します。

注2) **スンプ法**：鈴木式万能顕微印画法 (Suzuki's Universal Micro Printing method, SUMP) のことで、マニキュアなどを用いて葉の表面の形状を型取る方法です。

注3) **SPAD 値**：クロロフィル含量の指標値です。SPAD 値が高くなると、葉のクロロフィル含量が高くなることを意味し、葉は濃緑色化します。

文献

日本植物防疫協会(2014)：薬効・薬害試験研究の手引き，<http://www.jppe.or.jp/test/data/tebiki1.pdf>